



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**IMPORTÂNCIA E MANEJO DE *Sclerotinia sclerotiorum* (MOFO BRANCO) NOS  
CULTIVOS DE FEIJÃO E SOJA**

**LIDIANE RODRIGUES XIMENES**

**MONOGRAFIA**

**BRASÍLIA – DF**  
**2013**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**IMPORTÂNCIA E MANEJO DE *Sclerotinia sclerotiorum* (MOFO BRANCO) NOS  
CULTIVOS DE FEIJÃO E SOJA**

**LIDIANE RODRIGUES XIMENES**

**Sob a orientação do Professor  
Dr. Marcelo Fagioli**

**Monografia submetida como  
requisito para obtenção do Grau de  
Engenheiro Agrônomo no Curso de  
Graduação em Engenharia Agrônômica.**

**BRASÍLIA – DF**  
**2013**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**IMPORTÂNCIA E MANEJO DE *Sclerotinia sclerotiorum* (MOFO BRANCO) NOS  
CULTIVOS DE FEIJÃO E SOJA**

**LIDIANE RODRIGUES XIMENES**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - UnB, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

---

Professor Dr. Marcelo Fagioli

Universidade de Brasília - UnB

Orientador

---

Professora Dra. Nara Oliveira Silva Souza

Universidade de Brasília - UnB

Examinadora

---

Eng. Agrônomo e Mestrando Juliano Daniel Uebel

Universidade de Brasília - UnB

Examinador

**BRASÍLIA – DF**

**2013**

## FICHA CATALOGRÁFICA

XIMENES, L. R.

IMPORTÂNCIA E MANEJO DE *Sclerotinia sclerotiorum* (MOFO BRANCO) NOS CULTIVOS DE FEIJÃO E SOJA. Lidiane Rodrigues Ximenes. Orientação: Marcelo Fagioli, Brasília, 2013.

Monografia - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

1. Soja e Feijão. 2. Manejo integrado da Doença. 3. Métodos de Controle.

I. Fagioli, M. II. Título. Dr.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

XIMENES, L.R. **Importância e manejo de *Sclerotinia sclerotiorum* (Mofo Branco) nos cultivos de feijão e soja**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 59 f. Monografia.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do Autor:** LIDIANE RODRIGUES XIMENES

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** **IMPORTÂNCIA E MANEJO DE *Sclerotinia sclerotiorum* (MOFO BRANCO) NOS CULTIVOS DE FEIJÃO E SOJA.**

**Grau:** 3º      **Ano:** 2013.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

LIDIANE RODRIGUES XIMENES

Dedico todo o meu empenho e trabalho, primeiramente a Deus, quem me ofereceu as oportunidades para vencer e conquistar todos os desafios que surgiram ao longo desta jornada, e a minha família e amigos que sempre estiveram ao meu lado, dando apoio e incentivo a conclusão de mais um sonho.

## **AGRADECIMENTOS**

Aprendi que devemos sempre agradecer por tudo que acontece em nossas vidas, sejam elas coisas boas ou ruins, e que tudo no final, sempre dá certo. Portanto, agradeço a DEUS, por me conceder sabedoria em situações conflitantes, coragem para enfrentar o novo e o desconhecido, humildade para refletir sobre meus erros e serenidade para aceitar as coisas que não posso mudar.

Agradeço aos meus pais, Raimundo Leandro e Maria Santana, pelo amor e dedicação durante a vida, por toda a educação que colocaram ao meu alcance, pelos valores recebidos e por sempre ensinar que o sucesso somente depende do meu crescimento pessoal e profissional, e que as oportunidades estão por toda a parte, só é preciso paciência e perseverança.

Agradeço ao meu namorado e fiel companheiro Alisson Martins, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, durante todos os anos de estudo na Universidade.

Agradeço aos amigos pela ajuda e colaboração nas horas de dificuldade. A todos os professores, coordenadores e colaboradores da FAV que contribuíram para a conclusão de mais uma etapa da vida. Agradecimento, em especial, ao Professor Marcelo Fagioli, pela paciência, apoio e compreensão.

Agradeço a professora Dr. Nara Oliveira Silva Souza e ao colega, Engenheiro Agrônomo e Mestrando em Agronomia, Juliano Daniel Uebel, pela honra de fazerem parte da banca examinadora.

E agradeço toda a Universidade de Brasília - UnB pela oportunidade de estudo ímpar, me oferecendo uma excelente formação acadêmica e me preparando como profissional qualificado para o mercado de trabalho.

## SUMÁRIO

Página

RESUMO .....	iv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
3.1. Importância da soja e do feijão e desenvolvimento da doença .....	3
3.2. Etiologia.....	7
3.3. Epidemiologia do patógeno .....	12
3.4. Sintomatologia.....	16
3.5. Métodos de controle da doença .....	18
3.6. Beneficiamento e uso de sementes sadias e tratadas.....	20
3.7. Época de semeadura e o favorecimento à doença.....	22
3.8. Cultivares e a relação com a doença.....	24
3.9. Espaçamento e densidade de semeadura .....	24
3.10. Irrigação.....	25
3.11. Rotação de culturas.....	26
3.12. Adoção do sistema plantio direto na palha .....	26
3.13. Controle biológico .....	28
3.14. Controle químico.....	34
3.15. Resistência genética.....	39
3.16. Controle cultural.....	40
3.17. Outras medidas de controle.....	41
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

XIMENES, L.R. **A importância e o manejo da *Sclerotinia sclerotiorum* (Mofo Branco) em cultivos de espécies suscetíveis**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 59 f. Monografia.

## RESUMO

Atualmente, o Mofo Branco, ou podridão branca de esclerotínia, como também é conhecido o fungo, depois da ferrugem asiática, pode ser considerada a principal doença da cultura de soja pelos prejuízos causados nas últimas safras, atingindo também outras culturas de importância econômica como o feijão. O objetivo deste trabalho foi fazer um levantamento de informações recentes sobre o patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* e o seu manejo nas culturas de soja e feijão. Os problemas ocasionados pelo Mofo Branco são murcha das folhas, dentro e fora dos tecidos infectados são formadas partículas duras e negras, de formatos irregulares, facilmente visíveis a olho nu, que são os escleródios do fungo e queda expressiva de produção. Os tecidos doentes tornam-se secos, leves e quebradiços, e as sementes infectadas ficam sem brilho, enrugadas e mais leves. Pelas informações levantadas pode-se considerar que se deve fazer todo o possível para impedir a entrada do patógeno em áreas onde a doença ainda não foi observada, pois, uma vez presente, é muito difícil erradicá-lo. É essencial, portanto, o uso de sementes saudáveis, de boa procedência e tratadas. Deve-se também proceder à limpeza minuciosa dos implementos agrícolas, utilizar o sistema plantio direto com o uso de palhada e rotação de culturas.

**Palavras-chave:** *Sclerotinia sclerotiorum*, feijão, soja e *Trichoderma* spp.



## 1. INTRODUÇÃO

O Mofo Branco é uma doença de solo causada por um fungo conhecido como *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e que até pouco tempo, não causava danos e prejuízos significativos para a agricultura. É devido à sua ampla gama de hospedeiros, mais de 400 espécies de plantas cultiváveis, e à sua rápida expansão geográfica, que a grande incidência, abrangência e severidade desta doença estão preocupando os agricultores, principalmente os produtores de soja e feijão, culturas de expressiva importância na economia brasileira.

O Mofo Branco pode causar perdas importantes na produção e acarretar danos irreversíveis que se iniciam desde os primeiros estágios de desenvolvimento das plantas. O manejo para o controle da doença pode ser realizado de diversas formas, porém, a maioria das alternativas disponíveis no mercado possui um custo relativamente elevado e que ainda são questionáveis quanto à sua eficácia. Em áreas onde são realizados, principalmente, monocultivos, são observadas certas dificuldades tanto na prevenção como no controle e manejo da doença. Outra principal dificuldade encontrada no manejo é a presença de estruturas de resistência da doença, denominados escleródios, que ficam viáveis no solo durante um longo período de tempo, podendo chegar a vários anos, e que podem ser facilmente disseminados em sementes mal beneficiadas, junto aos grãos, em implementos agrícolas sem a limpeza adequada, dentre outras formas.

As recomendações de Engenheiros Agrônomos e especialistas na área para prevenção e controle do Mofo Branco vão desde a escolha de sementes saudáveis e certificadas, utilização do sistema plantio direto com rotação de culturas, adubação equilibrada, controle biológico, aplicação de defensivos na época e na dose adequadas, limpeza de equipamentos, entre outras tecnologias utilizadas na produção.

As perspectivas para o manejo adequado estão relacionadas ao aprofundamento dos conhecimentos já existentes sobre a doença. Então, é preciso identificar as técnicas mais promissoras, que estão dando melhores resultados, e aprimorá-las; para tanto, há uma incansável busca pela melhoria da eficiência e especificidade das formulações utilizadas para o controle químico, além do tratamento de sementes, controle biológico com *Trichoderma* e melhoramento genético em busca de cultivares mais resistentes.

## **2. OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo o levantamento de informações recentes sobre o patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* e o manejo do mofo branco em cultivos de soja e feijão.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Importância da soja e do feijão e desenvolvimento da doença

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a oleaginosa cultivada mais importante do mundo, possuindo um destaque especial entre os principais produtos agrícolas que participam da economia brasileira, pela formação de uma complexa estrutura de produção, armazenamento, processamento e também comercialização (SOUZA FILHO, 2012). Na safra 2012/2013, o Brasil colheu a sua maior safra histórica, oficialmente estimada em 81,5 milhões de toneladas, por conta das condições climáticas ideais, e uma área plantada de 27,7 milhões de hectares (CONAB, 2013).

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), principal componente da dieta diária do brasileiro, é produzido em todos os Estados da Federação, em três safras que se diferenciam conforme a época de plantio: feijão de 1ª safra ou “safra das águas”, com plantio entre os meses de agosto e novembro; feijão de 2ª safra ou “safra da seca”, com o plantio entre os meses de janeiro e março e feijão de 3ª safra ou “safra de outono-inverno”, semeado entre os meses de maio e junho (SOUZA FILHO, 2012).

Para a safra 2012/2013 estima-se que a área total de feijão poderá chegar entre 3,18 a até 3,21 milhões de hectares, ou seja, entre 1,5 % até 2,3% menor que a safra passada. E a produção nacional deverá chegar entre 3,29 a 3,33 milhões de toneladas, 13,6% a 14,9% maior que a última safra. A safra passada, 2011/2012, foi considerada a menor dos últimos dez anos; as boas perspectivas de outras culturas como soja e milho, com maior estabilidade e liquidez, a comercialização instável e os riscos climáticos aliados à cultura do feijão, têm influenciado na escolha dos produtores rurais de todo o país (CONAB, 2012).

Dentre os fatores que atuam diretamente nas culturas comerciais, destacam-se as doenças, pela sua atuação direta em limitar os altos rendimentos, a lucratividade e as oscilações da produtividade de uma safra para outra (YORINORI, 1997). Um exemplo é o mofo branco.

*Sclerotinia sclerotiorum* é considerado um patógeno de importância em nível mundial por ocorrer em diferentes regiões geográficas, e também por ser um fungo de natureza polífaga, abrangendo 408 espécies e 278 gêneros de plantas

hospedeiras (BOLTON et al., 2006). Este fungo tem ocorrência ampla em diversas localidades, tanto em regiões de clima temperado e tropical, como também em regiões secas e úmidas. É um patógeno muito agressivo, podendo causar lesões em inúmeras partes da planta como: raízes, flores, vagens, sementes, hastes e frutos. Esteve presente em culturas utilizadas para adubo verde e cobertura do solo como tremoço e nabo forrageiro, utilizadas no passado. Atualmente, cerca de 75 famílias e 42 subespécies ou variedades de plantas foram relatadas como hospedeiras, atacando tanto espécies cultivadas economicamente como as não cultivadas (SOUZA FILHO, 2012).

Algumas das principais espécies hospedeiras são o feijão (*Phaseolus vulgaris*), o amendoim (*Arachis hypogea*), a alface (*Lactuca sativa*), o alho (*Allium sativum*), a beterraba (*Beta vulgaris*), a cebola (*Allium cepa*), o pimentão (*Capsicum annuum*), o repolho (*Brassica oleracea*), o tomate (*Lycopersicon esculentum*), o fumo (*Nicotiana tabacum*), a soja (*Glycine max*), a ervilha (*Pisum sativum*) e o algodão (*Gossypium hirsutum*). Algumas espécies de plantas daninhas também foram relatadas como hospedeiras, entre elas estão o amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*), o caruru (*Amaranthus* spp.), a corda de viola (*Ipomoea grandifolia*), a erva-quente (*Borreria alaja*), o fazendeiro (*Galinsola parviflora*), a guanxuma (*Sida rhombifolia*) e o picão preto (*Bidens pilosa*). Recentemente, foi relatada a ocorrência de Mofo Branco em coentro (*Coriandrum sativum*), salsa (*Petroselinum crispum*) e mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), três espécies de hortaliças pertencentes à família *Apiaceae* (NASCIMENTO; REIS, 2011); (SOUZA FILHO, 2012).

O mofo branco, doença também conhecida como podridão branca da haste, podridão branca de esclerotínia, “stem rot” ou “*sclerotinia* stem rot”, é uma das doenças mais importantes na cultura de soja, relatada pela primeira vez na Hungria, em 1947 (GRAU; HARTMAN, 1999). É uma doença bastante dependente de condições climáticas favoráveis, ocorrendo principalmente em altitudes acima de 600 metros, com condições climáticas ideais, temperaturas amenas, alta umidade do solo e do ar (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Os primeiros relatos da ocorrência de mofo branco no Brasil foram em 1921, em plantas de batata no Estado de São Paulo. Posteriormente, de 1921 a 1976 foram relatadas diversas ocorrências em hortaliças, sendo em soja o primeiro relato

em 1976, adquirindo importância no Centro-Sul do Paraná por ser uma região tradicionalmente produtora e exportadora de sementes para outras regiões (SOUZA FILHO, 2012).

Na safra 1982/83, o mofo branco já havia sido relatado em diversas regiões de Minas Gerais em lavouras de feijão e de soja; e no Distrito Federal, nas lavouras de soja em 1985. A partir de 2003, com o aumento da utilização de sementes próprias (mal ou não beneficiadas) e sementes piratas, houve grande expansão do mofo branco para as regiões do Centro-Oeste e do Nordeste (Bahia), tornando-se, portanto, uma das principais doenças da cultura, principalmente para os produtores de sementes. O uso de sementes de culturas como nabo forrageiro, canola, feijão, girassol, etc, contaminadas com escleródios também foi em grande parte responsável pela sua disseminação e introdução em novas áreas (SOUZA FILHO, 2012).

Na soja, as epidemias são responsáveis por perdas de até 40% na produção, quando possui condições favoráveis para seu desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2005; CARREGAL et al., 2010; LEITE, 2005).

Atualmente, o mofo branco tem atingido sucessivamente novas regiões produtoras de cultivos anuais e, em anos de ocorrência de chuvas acima da média, pode causar severas perdas (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Na cultura de soja, principalmente depois da chegada das cultivares de hábito de crescimento indeterminado, os prejuízos passaram a ser significativos e em algumas áreas bastante expressivos. O fato mais preocupante é que as áreas de melhor fertilidade e que apresentam o maior potencial produtivo, é onde o mofo branco têm tido maior incidência e severidade, provocando as maiores quebras de produtividade. Outro ponto é a tendência de aumento de cultivo da soja, pela atração do mercado, reduzindo a utilização da rotação de culturas e aumentando a utilização de máquinas de colheita contratada, circulando por várias áreas e normalmente sem a devida preocupação com a limpeza do equipamento (SOUZA FILHO, 2012).

O início de perdas significativas na soja deu-se a partir da Safra 2005/2006, coincidindo com aumento das áreas de soja RR e aumento do uso de fungicidas. Outras safras com maiores danos foram as de 2008/2009 e 2010/2011; e a safra com menor incidência foi a de 2011/2012, conforme Tabela 1 (SOUZA FILHO, 2012).

Tabela 1. Estimativa de área afetada pelo mofo branco em soja (milhões de ha).

Estados	Área Afetada 2011	Área Afetada 2012
GO e DF	1,0	1,80
MG	0,2	0,55
BA	0,4	0,89
MT	0,3	1,42
MS	0,2	1,09
Total	2,10 Milhões de ha	5,75 Milhões de ha

Fonte: Souza Filho (2012)

Um recente levantamento estimou que 25% da área plantada de soja no Brasil encontram-se contaminada com este patógeno, o que corresponde a cerca de seis milhões de hectares. Talvez esta doença seja mais importante do que a ferrugem da soja, uma vez que o manejo da ferrugem já está estabelecido e o do mofo branco ainda deve ser aprimorado e difundido para extencionistas, consultores, agricultores e profissionais da área (SOUZA FILHO, 2012).

Para o feijão, também é uma das doenças mais destrutivas da cultura no mundo. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, a doença manifesta-se com maior intensidade na safra de outono-inverno. Nessa época, a baixa evapotranspiração e a alta umidade do solo proporcionada pela irrigação favorecem a doença, que geralmente é pouco prejudicial nas épocas tradicionais de cultivo, no cultivo das “águas” (de agosto a novembro) e no cultivo das “secas” (de janeiro a março). A doença torna-se ainda mais prejudicial onde ocorre crescimento vegetativo abundante da cultura, pouco arejamento e penetração da luz solar, drenagem deficiente do solo e rotação inadequada de culturas (PRIA; SILVA, 2010).

Conforme Souza Filho (2012), nos últimos cinco anos, existiam poucos relatos de ocorrência da doença na região Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina, fato que com o passar do tempo passou a preocupar produtores, mas não se sabe ao certo como a *Sclerotinia sclerotiorum* se espalhou na região. Dentre as principais hipóteses, destacam-se:

1. O inóculo foi introduzido no cultivo de nabo forrageiro, bastante utilizado como opção de adubação verde de inverno para cobertura do solo.

2. Incentivo ao cultivo de girassol e canola nessas regiões, também plantas hospedeiras do fungo.
3. Aquisição de sementes de feijão de locais onde a *Sclerotinia* estava presente de forma generalizada, como Goiás e Distrito Federal.
4. A prestação de serviços com colheitadeiras, colhendo área com presença do patógeno e levando o fungo para as demais lavouras.
5. A produção de sementes de soja em áreas com o patógeno e comercializadas sem a devida fiscalização.

O mofo branco pode causar perdas importantes desde os estádios iniciais de desenvolvimento das culturas, caso não haja a prevenção e o manejo desta doença. Conforme observações de alguns extencionistas em campo, as perdas decorrentes desta doença em algumas culturas podem chegar em torno de 70%, porém existe um lacuna de estudos quantificando estas perdas no Brasil (SOUZA FILHO, 2012).

A ausência da doença em um ano, não significa que não vá ocorrer no ano seguinte. Basta a condição climática ser favorável e tudo começa novamente. (SOUZA FILHO, 2012).

Para o controle do mofo branco é muito importante que se evite a entrada do patógeno na lavoura, pois, uma vez presente nos campos de cultivo, torna-se praticamente impossível erradicá-lo. Contudo, a adoção de estratégias de controle de forma integrada permite a manutenção de inóculo em níveis baixos e o convívio com a doença no campo. Além de várias práticas culturais que contribuem para a redução do inóculo do patógeno no solo e da doença no campo, as pesquisas com métodos alternativos de controle têm se intensificado, particularmente em relação à aplicação de agentes de controle biológico (SOUZA FILHO, 2012).

### 3.2. Etiologia

*Sclerotinia sclerotiorum* pertence à Classe dos Ascomicetos, Subclasse Discomicetos, Ordem Helotiales e à Família Sclerotiniaceae. Este patógeno é estudado desde 1837, cosmopolita e inespecífico, pode infectar várias espécies de plantas, entre monocotiledôneas e dicotiledôneas (BOLAND; HALL, 1994).

Uma das características mais marcantes de *S. sclerotiorum* é a formação de escleródios. O escleródio é uma estrutura de resistência de cor negra, dura, (Figuras

1 e 2) relativamente grande (1 cm ou mais de comprimento), composta por uma massa de hifas, de consistência firme que desempenha papel importante na sobrevivência de fungos veiculados pelo solo, durante a entressafra.



Figura 1. Mofo branco: escleródios.

Fonte: Reis e Casa (2012)



Figura 2. Mofo branco: escleródios e sementes de soja.

Fonte: Reis e Casa (2012)

O escleródio é composto por três camadas distintas: uma parede grossa rica em melanina, responsável pela coloração negra dos escleródios, uma parede fina (córtex) e a medula branca, formada pelo micélio dormente do fungo. A melanina confere resistência aos escleródios às condições adversas do solo fazendo com que esses permaneçam viáveis por até 11 anos, conservando intacto seu poder patogênico, entretanto, alguns pesquisadores acreditam que esse prazo não exceda pouco mais de 3 anos (EMBRAPA, 2012). Townsend e Willetts (1954) caracterizaram a gênese dos escleródios em três estágios:

- iniciação (agregação da hifa para formar uma massa branca ordenada – escleródio inicial);



- desenvolvimento (crescimento da hifa e do agregado em tamanho)
- maturação (delimitação de superfície, deposição de células periféricas ricas em melanina e consolidação da medula interna).

As formas e dimensões dos escleródios variam em função do hospedeiro onde eles são produzidos. Na cultura do girassol, por exemplo, podem variar de 1 cm a 35 cm de diâmetro podendo tomar dimensões semelhantes a um capítulo, enquanto na cultura do feijão os escleródios são geralmente globosos, variando de 2 mm a 10 mm de diâmetro (BOLTON et al., 2006).

Mesmo os escleródios de menor tamanho podem germinar produzindo apotécios (Figuras 3, 4 e 5), órgãos de reprodução sexuada em forma de taça, conforme verificado por Görden et al. (2009a) e Hao et al. (2003). Hao et al. (2003) também verificaram que o número de apotécios produzidos é proporcional ao tamanho dos escleródios de *S. sclerotiorum* (BOLTON et al., 2006).



Figura 3. Mofo branco: germinação dos apotécios.

Fonte: Reis e Casa (2012)



Figura 4. Mofo branco: apotécios.

Fonte: Revista InteRural (2009)



Figura 5. Mofo branco: apotécios germinando.

Fonte: Embrapa (2013)

A germinação do escleródio, por sua vez, pode ser carpogênica ou miceliogênica, desencadeando um novo ciclo da doença. Assim, a produção de apotécios a partir dos escleródios é chamada de germinação carpogênica e é provavelmente a mais comum na cultura da soja. A germinação miceliogênica é caracterizada pelo crescimento de hifas hialinas, septadas, multinucleadas e ramificadas, com origem a partir de microporos do escleródio (BOLTON et al., 2006)

Fatores ambientais condicionantes de germinação carpogênica incluem temperatura do solo, umidade do solo e temperatura na qual o escleródio foi produzido (HUANG; KOZUB, 1989, HUANG; KOZUB, 1993, MORRAL, 1977).

Para germinar carpogenicamente, os escleródios necessitam de um período de condicionamento no solo. Em regiões de clima temperado, as condições ideais partem da combinação de eventos úmidos e secos, baixas temperaturas e tempo de exposição dos escleródios a estas variáveis (BARDIM; HUANG, 2001). Já os isolados adaptados aos trópicos não requerem frio no processo de germinação carpogênica (BOLTON et al., 2006). A germinação carpogênica também é estimulada por nutrientes, exsudatos radiculares e outros compostos, e começa com o desenvolvimento do fungo na região do córtex esclerodial ou medula. As células fúngicas crescem como galhos em forma de tubo, denominados estipes. Estes por sua vez quando expostos à luz, diferenciam-se em apotécios. Os apotécios

constituem o estágio sexual do fungo e provêm de escleródios enterrados a até 5 cm de profundidade; têm a forma de guarda-chuva com 5 a 15 mm de diâmetro (BOLTON et al., 2006).

Cada escleródio pode produzir de 1 a mais de 20 apotécios. Nestes, são formados milhares de corpos de forma cilíndrica, os ascos, com oito ascósporos cada um. Durante o período funcional, que é de 5 a 10 dias, um apotécio pode liberar mais de dois milhões de ascósporos (PRIA; SILVA, 2010).

Na formação de um apotécio, a ponta do estipe expande para formar uma superfície superior (himênio) (KOSASIH; WILLETS, 1975).

No himênio se desenvolvem as ascas (célula em forma de saco dentro da qual são formados os ascósporos), onde são produzidos os ascósporos (esporo sexual) (Figura 6) (BOLTON et al., 2006).

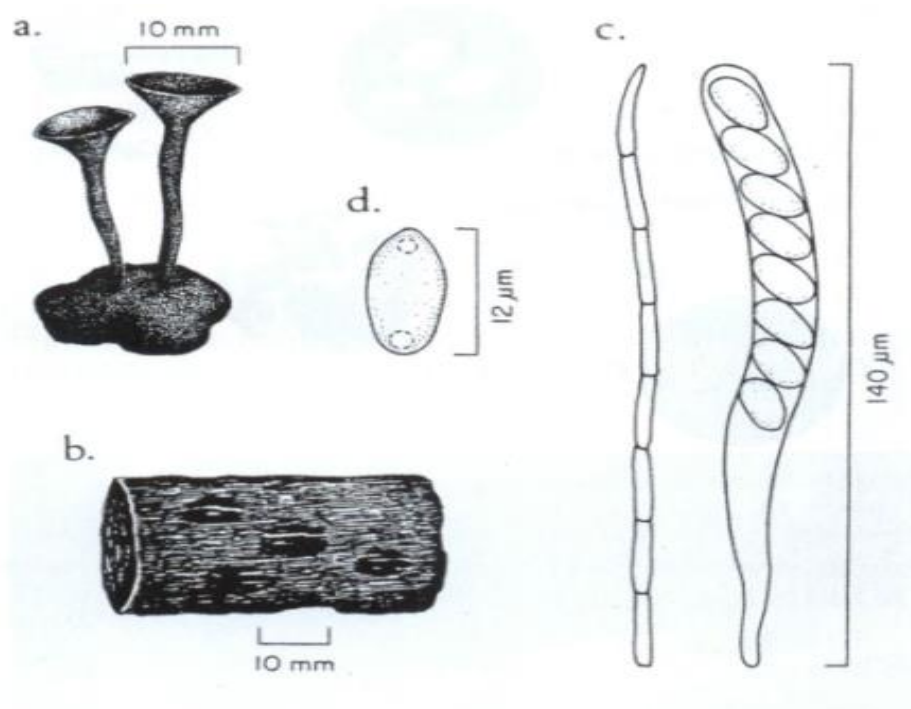


Figura 6. Mofo branco: estruturas. a) escleródio, b) asca com ascósporo, c) paráfise e d) ascósporo.

Fonte: Reis e Casa (2012)

Os ascósporos de *S. sclerotiorum* são cobertos com mucilagem pegajosa que, além de formar agregados de esporos, auxilia sua adesão ao substrato (CLARKSON et al., 2003).

O fungo não produz esporos a partir do micélio, mas podem ser produzidos microconídios em hifas ou no himênio do apotécio, sem função conhecida na biologia do patógeno (KOHN, 1979).

Durante sua interação com a planta hospedeira, o *S. sclerotiorum* secreta ácido oxálico e enzimas, que permitem a maceração dos tecidos e, ainda, degradam os componentes da parede celular da planta. Além disso, o ácido oxálico cria um ambiente no qual as enzimas de degradação produzidas pelo fungo são mais eficientes (SOUZA FILHO, 2012).

A pectina é o principal constituinte da parede celular da planta e o fungo produz pectinase que cumpre a função de degradação desse componente. O enfraquecimento da parede celular pela hidrólise da pectina facilita à penetração e a colonização da planta no instante que também providencia ao fungo a fonte de carbono necessária para dar origem ao seu crescimento. O patógeno produz várias formas de enzimas pectinolíticas que são capazes de matar células vegetais, deteriorando os tecidos, indicando assim sua função na patogenicidade (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

### **3.3. Epidemiologia do patógeno**

O patógeno sobrevive a maior parte do seu ciclo na forma de escleródios, os quais podem ser disseminados a longas distâncias misturados, principalmente, às sementes de plantas hospedeiras. O fungo também é transmitido na forma de micélio dormente interno às sementes, onde a taxa de transmissão pode atingir 1%, suficiente para causar perdas no rendimento da soja (HOFFMAN et al., 1998; NAPOLEÃO et al., 2006).

Quando os produtores usam grãos próprios, ou seja, grãos salvos, sem controle de qualidade, essa taxa pode atingir 9% (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

A disseminação a curtas distâncias pode ocorrer pelo vento, carregando ascósporos ou até escleródios mais leves presentes na superfície do solo, por meio de máquinas e de implementos agrícolas contaminados ou pela água da irrigação ou de chuvas. Animais alimentados por resíduos vegetais contendo escleródios não inativam o patógeno durante sua digestão, podendo então disseminá-los pelas fezes (KORA et al., 2003).

A intensidade do mofo branco no solo depende de diversos fatores como: temperatura mínima (abaixo de 15 °C), susceptibilidade da cultivar, número de escleródios no solo, pouco volume de palha de gramíneas sobre o solo, pouca atividade microbiana do solo, baixo uso de *Trichoderma* spp., uso excessivo de glifosato e uso excessivo de Benzimidazóis (SOUZA FILHO, 2012).

Um único escleródio na superfície do solo, sob condições ambientais favoráveis, pode desencadear a doença inicialmente em reboleiras. As reboleiras aumentam em tamanho com auxílio do trânsito de máquinas na lavoura, tomando proporções maiores a cada safra, com severidade da doença capaz de causar 100% de perda de produção, podendo levar ao abandono da área de cultivo (PURDY, 1979).

Na cultura de soja, a fase mais vulnerável vai da floração plena (estádio fenológico R2) ao início da formação de vagens e enchimento de grãos (estádio fenológico R3/R5). Nesta cultura, as epidemias de mofo branco são iniciadas na maioria das vezes pela liberação de ascósporos por apotécios produzidos pelos escleródios de *S. sclerotiorum*. A germinação miceliogênica no solo a partir de escleródios ou de sementes, com micélio dormente no seu endosperma ou tegumento, embora menos frequente, também pode dar início à epidemia. Em ambos os casos, as hifas entram em atividade com a umidade do solo e crescem formando micélio, podendo matar a plântula (*damping-off*) ou as sementes e formar novos escleródios, principalmente em feijão. Esses novos escleródios, por sua vez, podem germinar carpogenicamente no mesmo ciclo da cultura, durante o seu florescimento (GRAU; RADKE, 1984; LE TORNEUAU, 1979).

Os escleródios de *S. sclerotiorum* devem passar por período de condicionamento no solo, antes de serem capazes de germinar carpogenicamente (ABAWI; GROGAN, 1979). Esse período varia entre diferentes isolados, mas em geral, escleródios recém formados precisam ser incubados por maior período de tempo sob temperaturas amenas e alta umidade do solo (ABAWI; GROGAN, 1979; HUANG; KOZUB, 1994; MILA; YANG, 2008), embora outros fatores como textura do solo e qualidade da luz também tenham papel importante (SINGH; SINGH, 1983; SUN; YANG, 2000; ROUSSEAU et al., 2006a, 2000b). Geralmente, somente escleródios na superfície do solo ou até 5 cm de profundidade conseguem germinar,

porque apotécios com estipes mais longas são raramente produzidos em condições de campo (ABAWI; GROGAN, 1975).

Segundo Venette (1998) e Clarkson et al. (2003), a condição ótima para formação de apotécios ocorre quando a umidade do solo for superior a 50% da capacidade de campo e quando a temperatura estiver entre 15 °C e 17,8 °C, em um período de 10-14 dias. Porém, a germinação de escleródios pode ocorrer numa ampla faixa de temperatura, entre 10 °C e 25 °C (ABAWI; GROGAN, 1975; HAO et al., 2003). Devido à grande variação em temperaturas ótimas requeridas ter sido relatada, supõe-se que exista adaptação do patógeno a diferentes regiões geográficas (BARDIN; HUANG, 2001; PHILLIPS, 1987).

Cada apotécio pode produzir de 2 milhões a 30 milhões de ascósporos durante um período de até 10 dias. Os ascósporos são expelidos forçosamente a partir de cada asco na proporção de 1.600 ascósporos por hora, quando em condições ambientais ótimas, obtida com a oscilação da temperatura e da umidade relativa do ar (VENETTE, 1998). Clarkson et al. (2003) observaram que a liberação de ascósporos ocorre tanto de dia quanto à noite e que a duração do período de liberação pode variar de 36 a 168 horas, declinando quando a umidade relativa do ar diminui e atinge 65% a 75% (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Em amostras coletadas do ar a 6 m acima do dossel da cultura foram encontrados ascósporos em proporção de 70% a 85% dos que se encontravam no nível da copa, indicando o potencial de transporte de inóculo por vários quilômetros de distância, através de correntes de ar (LI et al., 1994; VENETTE, 1998). Nas folhas, os ascósporos sobrevivem de 12 a 14 dias, dependendo das condições ambientais; alta umidade relativa e luz ultravioleta são prejudiciais à sua sobrevivência (CLARKSON et al., 2003; VENETTE, 1998).

Os ascósporos podem germinar na superfície de tecidos saudáveis, mas não conseguem infectar a planta sem uma fonte de nutriente exógeno e um filme de água (BOLAND; HALL, 1988a; GRAU; RADKE, 1984). Em condições de alta umidade, *S. sclerotiorum* pode invadir a planta hospedeira a partir de flores colonizadas num período de 16 a 24 horas e, em seguida, colonizar tecidos sadios e produzir novos escleródios em 5 dias (SAITO, 1977). Na ausência de condições climáticas favoráveis o micélio pode permanecer viável em flores colonizadas por até 144 horas, retomando o desenvolvimento quando as condições favoráveis estiverem

presentes (DEL RIO; HARIKRISHNAN, 2006). Após a invasão da planta, podem ocorrer, por contato, infecções secundárias em outras plantas hospedeiras, assim como a formação de escleródios na superfície da planta (GUIMARÃES; STOTZ, 2004; LUMSDEN; DOW, 1973).

Extensos períodos de molhamento da superfície da planta durando 40 a 120 horas e temperaturas médias diárias de 12 °C a 24 °C são favoráveis à infecção e ao desenvolvimento de mofo branco em soja (BOLAND; HALL, 1988a). Porém, uma vez a epidemia ter iniciado, o número de novas lesões depende da presença de curtos períodos de molhamento da superfície da planta (4 a 17 horas) (BOLAND; HALL, 1988a). Abawi e Grogan (1975) verificaram que o crescimento da lesão foi interrompido abruptamente quando a superfície do tecido infectado tornou-se seca, retornando a expansão quando água livre se tornou disponível novamente (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Em regiões onde a soja não é irrigada, a precipitação é um fator crítico para a ocorrência e o desenvolvimento do mofo branco. Frequentes precipitações não somente promovem a formação de apotécios, mas também prolongam o molhamento da superfície das plantas, o qual favorece a germinação contínua de ascósporos e a infecção de flores e tecidos senescentes (BOLAND; HALL, 1988a). A duração do molhamento foliar e a frequência de precipitação quando o inóculo está disponível são mais importantes do que o total de água recebida (precipitação ou irrigação) para o desenvolvimento da doença (ABAWI; GROGAN, 1975; SCHWARTZ; STEADMAM, 1978). Por outro lado, em regiões onde a irrigação é usada, a temperatura mínima do ar pode ser o fator limitante (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Via de regra, as infecções primárias são iniciadas pelos ascósporos, os quais germinam na presença de água livre e de fonte de energia exógena, geralmente as pétalas de flores senescentes e os tecidos necróticos caídos no chão ou retidos nas plantas. Folhas e hastes contaminadas com ascósporos em contato com o solo úmido, assim como folhas e hastes em contato com escleródios na superfície do solo, também podem dar início à doença. As infecções secundárias ocorrem a partir do contato da planta doente com a planta sadia. Posteriormente, inúmeros escleródios do fungo são formados sobre a superfície dos tecidos infectados e no interior deles. Os escleródios de plantas doentes caem eventualmente no solo,

podendo ser incorporados a ele juntamente com os restos da cultura nas operações de aração e gradagem. No solo, podem sobreviver por vários anos sem o plantio de plantas hospedeiras. Havendo condições favoráveis, os escleródios presentes na camada superior do solo (cerca de 5 cm) germinam e produzem apotécios. A temperatura ótima para a formação do apotécio está em torno de 10 °C, no entanto, eles podem ser produzidos em relativamente grande número a 25 °C (PRIA; SILVA, 2010).

Os ascósporos, principal fonte de inóculo dentro da lavoura, podem sobreviver até 12 dias no campo, sendo levados pelo vento para diferentes partes da planta e para outras plantas da mesma área e podendo atingir ainda outros campos de cultivo nas proximidades (PRIA; SILVA, 2010).

Sementes infectadas por *S. sclerotiorum* podem apodrecer e não germinar, e sobre cada semente podem ser formados escleródios. As sementes que germinam, no entanto, originam plantas doentes. Esse fato indica que a presença de micélio dormente nas sementes infectadas tem papel importante não só na disseminação de *S. sclerotiorum*, como também contribui para aumentar a intensidade da doença (PRIA; SILVA, 2010).

### **3.4. Sintomatologia**

O mofo branco geralmente se inicia em reboleiras na lavoura, principalmente nos locais de alta densidade de plantas e em semeaduras de cultivares de hábito de crescimento indeterminado (prostrados). O sintoma inicial é geralmente a murcha da planta, resultado do apodrecimento do caule causado pelo fungo. Depois os sintomas, que podem ocorrer nas folhas, hastes e vagens, se dão através da formação de manchas encharcadas, seguidas por crescimento de micélio branco e cottonoso, o que dá origem ao nome “mofo branco”. Com o progresso da doença, formam-se escleródios do fungo, facilmente visíveis a olho nu, dentro do tecido infectado e sobre ele. Os tecidos doentes tornam-se secos, leves e quebradiços. Sementes infectadas são pequenas, sem brilho, descoloridas, enrugadas e mais leves ou não apresentam qualquer sintoma externo. O fungo pode ser isolado de menos de 0,5% de sementes aparentemente normais e de cerca de 12% de sementes com algum sintoma da doença. Os prejuízos diretos são decorrentes da menor produtividade das plantas. Entre as perdas indiretas, estão a condenação de



áreas para a produção de sementes, o aumento do custo de produção e os custos ambientais decorrentes do controle químico (PRIA; SILVA, 2010).

Como *S. sclerotiorum* possui vasta gama de hospedeiros, não há um sintoma específico resultante em 100% dos casos. Por outro lado, a formação de micélio cottonoso, de coloração branca, com a presença de escleródios pretos, de tamanho e forma irregulares são sinais típicos do patógeno (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

O fungo é capaz de infectar qualquer parte da planta de soja, porém, as infecções iniciam-se com mais frequência a partir das inflorescências, das axilas dos pecíolos e dos ramos laterais. O patógeno pode atacar toda a parte aérea da planta, afetando folhas, hastes e vagens (ALMEIDA et al., 1997; GRAU; HARTMAN, 1999).

A planta de soja infectada apresenta, inicialmente, lesões aquosas, de onde crescem as hifas, formando abundante micélio. Os tecidos atacados apodrecem em consequência da ação das diversas toxinas produzidas por *S. sclerotiorum*. Nessa fase, podem ser observados o apodrecimento de hastes laterais, vagens e folhas, ou mesmo a haste principal com morte de toda a planta (GRAU; RADKE, 1984). Com o avanço da colonização do tecido vegetal pelo fungo, as lesões inicialmente encharcadas tornam-se secas, de aspecto descolorido e normalmente esbranquiçado e não apresentam mais sinais externos. No desaparecimento dos sinais externos, escleródios são formados tanto na superfície como no interior da haste e das vagens infectadas. Posteriormente, nos tecidos já secos, são produzidos os escleródios que podem se soltar sozinhos das plantas, ou serem lançados ao solo pela colhedora. Quando o colo da planta é atacado, toda a planta pode murchar e morrer (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Geralmente, os sintomas se concentram no terço inferior das plantas, o que é considerado como um indicativo de origem interna (de dentro da lavoura) do inóculo (BOLAND; HALL, 1988a). Em alguns casos, ocorrem infecções no terço superior das plantas, quando se considera que os ascósporos podem ser liberados no campo tardiamente, ou vindo de áreas vizinhas à lavoura (ABAWI; GROGAN, 1975). Em áreas pouco infestadas por *S. sclerotiorum*, são observadas reboleiras de planta amareladas e murchas, que tendem a aumentar de tamanho até tomar toda a área de cultivo, na ausência de medidas de controle. A desfolha mais intensa se dá principalmente no terço inferior das plantas, o que só é observado quando se realiza o monitoramento adequado da lavoura. Ao se observar as plantas somente de cima,

sem abrir o seu dossel, pode-se subestimar a ocorrência da doença, e também as perdas na produção causadas pelo mofo branco (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

### **3.5. Métodos de controle da doença**

Os melhores métodos de controle são os que associam várias tecnologias, tais como: a rotação de cultura, a adição de produtos biológicos nas culturas exploradas, a aplicação de fungicidas específicos para o seu controle, entre outros (SOUZA FILHO, 2012).

No entanto, o que se tem verificado na prática é bastante diferente. Medidas básicas para controle de doenças, como a rotação de culturas, não são adotadas pelos agricultores. Provavelmente, a inexistência de uma política de preços agrícolas ou subsídios dificulta a adoção dessa prática pelos produtores rurais ao longo do tempo (SOUZA FILHO, 2012).

As alternativas para o manejo da doença são as mais diversas, incluindo também o uso de sementes certificadas livres do patógeno, tratamento de sementes (com mistura de fungicidas Benzimidazóis + contato), aumento do espaçamento entre plantas e entre fileiras; diminuição da população evitando o acamamento e o fechamento do dossel criando microclima favorável; variedades mais tolerantes com arquitetura ereta e ciclo determinado; controle químico e/ou biológico e o uso de indutores de resistência. A maioria das alternativas de manejo tem custo relativamente elevado. Devido a pouca experiência dos agrônomos e agricultores em manejar a doença, as alternativas de controle ainda são questionadas quanto a sua eficiência, os momentos ideais de intervenção na lavoura, bem como o custo-benefício dos tratamentos (SOUZA FILHO, 2012).

A solarização do solo é uma técnica promissora de desinfestação do solo contaminado. A cobertura do solo com resíduos de culturas e plástico, podendo ser útil em pequenas áreas de cultivo intensivo, e o seu uso pode destruir os escleródios em até 60 dias (FERRAZ et al., 2003). Esta prática é muito importante, pois dispensa a utilização do brometo de metila, fumigante que está proibido o uso no Brasil desde 2010 (SOUZA FILHO, 2012).

Com o avanço do sistema de produção orgânica de plantas, há interesse na busca de novas práticas agrícolas que substituam os métodos convencionais de

controle de doenças. Um deles que pode ser adotado é através do uso de extratos de plantas medicinais que poderão ter compostos secundários presentes nestas plantas advindos do fitoquímicos com potencial de desempenhar funções importantes em interações planta-patôgeno, através da ação antimicrobiana direta, ou ativando mecanismos de defesa das plantas que venham a ser tratadas com estes compostos. Alguns trabalhos têm demonstrado isto, como, por exemplo, o potencial do gengibre (*Zingiber officinalis*) para o controle de *S. sclerotiorum* em alface, o qual pode ocorrer tanto por atividade antimicrobiana direta quanto pela ativação de mecanismos de defesa (RODRIGUES et al., 2007). Entretanto estudos similares são ainda em número reduzido, e deverão ser conduzidos visando possibilitar a recomendação desta prática de forma obter-se um manejo em maior segurança, tais como dosagem e época de aplicação em diversas culturas (SOUZA FILHO, 2012).

As principais dificuldades encontradas no manejo do mofo branco na soja, por exemplo, estão nos plantios realizados na primeira época, onde a incidência e severidade tem sido maiores, na dificuldade de se prever a ocorrência, no alto custo dos produtos registrados para o controle da doença e no fato da doença ocorrer em momento de chuvas continuadas, o que limita as entradas para a realização de pulverização, na redução da utilização de rotação de culturas, na contratação de máquinas para a colheita, sem necessariamente de terem sido limpas, e na crescente utilização de cultivares de soja de hábito de crescimento indeterminado (SOUZA FILHO, 2012).

Diversas práticas culturais estão disponíveis para a condução do manejo integrado do mofo branco, e permitem a recuperação da produtividade das culturas em áreas com alta infestação do patógeno, reduzindo sua importância. São tecnologias relativamente simples e acessíveis a grande número de agricultores e, em sua maioria, preventivas. Considera-se como praticamente impossível erradicar *S. sclerotiorum* das áreas infestadas, mas, mesmo assim, há diversas medidas que permitem o convívio com a doença e a redução de perdas no seu rendimento (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

As aplicações de forma preventiva têm mostrado na prática maiores níveis de eficácia de controle, comparadas às aplicações curativas (SOUZA FILHO, 2012).

É muito importante que o produtor receba orientação segura na realização do tratamento fitossanitário, tanto para a cultura do feijão, como da soja, respeitando as condições climáticas do local, da cultivar adotada e da fase de desenvolvimento da cultura. Na Tabela 2 estão indicadas as épocas mais importantes para realização dos tratamentos fitossanitários na cultura do feijão, e na Tabela 3 na cultura da soja, de acordo com seus estádios fenológicos (SOUZA FILHO, 2012).

Tabela 2. Momento adequado para o controle do mofo branco em feijão.

Estádios de desenvolvimento	Fungicidas
Semeadura	Tratamento de Semente
R5 - Pré Floração (Botão Floral)	1ª Aplicação
R6 – 1ª Flor Aberta (Floração)	2ª Aplicação

Tabela 3. Momento adequado para o controle do mofo branco em soja.

Estádios de desenvolvimento	Fungicidas
Semeadura	Tratamento de Semente
R1 – 1ª Flor	1ª Aplicação
10 dias após a 1ª	2ª Aplicação

Fonte: Souza Filho (2012)

A agricultura moderna deve ser pautada na sustentabilidade através da adoção de práticas conservacionistas que permitam os altos rendimentos com o mínimo de impacto ambiental. No caso específico das doenças de plantas, preconiza-se a adoção de estratégias integradas de controle visando a convivência com tais problemas de forma que não haja prejuízos econômicos e com menor dependência do uso de defensivos agrícolas (SOUZA FILHO, 2012).

### 3.6. Beneficiamento e uso de sementes sadias e tratadas

Em relação ao plantio destas culturas, estima-se que apenas 18% das áreas de feijão cultivadas no Brasil utilizam sementes certificadas sem, contudo, tratar-se de sementes livres de patógenos. No caso da soja, estima-se que 67% da área

cultivada é composta por sementes certificadas (ABRASEM, 2012). O uso de sementes sadias pode resultar num aumento de rendimento de grãos de até 45% (KLUTHCOUSKI et al., 2007).

O patógeno tem sido introduzido em novas áreas principalmente por intermédio de sementes infectadas com o micélio do fungo no tegumento e/ou contaminadas com os escleródios. O uso de sementes de baixa qualidade tem contribuído também para a expansão do mofo branco para áreas de sequeiro, aumentando a dificuldade de se controlar a doença. Por isso, o uso de sementes sadias é fundamental para evitar a introdução de *S. sclerotiorum* ou para diminuir o potencial de inóculo do patógeno em áreas já contaminadas. Normalmente, no caso do feijão, a contaminação das sementes ocorre durante a trilha das plantas, quando os escleródios se desprendem das plantas doentes. Esses escleródios, juntamente com pedaços de plantas infectados e solo infestado, podem ser eliminados durante o processo de beneficiamento. No interior de sementes, o patógeno pode sobreviver como micélio dormente por três anos ou mais (PRIA; SILVA, 2010).

Além de sua introdução na lavoura com as sementes de feijão, o patógeno pode ser introduzido na área de cultivo pelas sementes de outras espécies de plantas, para as quais o cuidado com a qualidade sanitária da semente deve ser estendido (PRIA; SILVA, 2010).

O emprego de sementes certificadas é garantia para o agricultor de investimento em variedade recomendada pela pesquisa com pureza genética e alta porcentagem de germinação. No que diz respeito à qualidade sanitária dessas sementes o controle atual é relativamente rígido, mas não há 100% de garantia de que elas estejam livres de *S. sclerotiorum*. Alguns laboratórios estão credenciados para fazer testes de detecção de sementes infectadas pelo patógeno. Em glebas não infestadas pelo patógeno, onde o feijão vai ser cultivado pela primeira vez, deve-se tomar uma providência importante: encomendar semente sadia de uma instituição de pesquisa idônea. Mesmo com o patógeno presente na área, o cuidado com a qualidade de sementes deve continuar, pois novos focos da doença podem surgir se continuarem a serem usadas sementes contaminadas e/ou infectadas (PRIA; SILVA, 2010).

Alguns cuidados devem ser observados na aquisição e no manejo das sementes:

- não adquirir sementes de áreas com histórico da doença;
  - exigir teste de sanidade do lote de sementes;
  - rebeneficiar as sementes adquiridas. Em geral, máquinas de ventilação e peneiras são eficientes em eliminar impurezas leves e sementes pequenas. No entanto, sementes manchadas e/ou deformadas podem estar transportando patógenos, independentemente do seu tamanho; as de tamanho normal não são eliminadas pelas peneiras. Como essas sementes, em geral, são menos densas que as sadias, o uso da mesa gravitacional, que separa as sementes por densidade, é ajuda adicional para eliminar sementes infectadas. Ademais, esse procedimento pode melhorar a porcentagem de germinação e o vigor das sementes e a pureza física do lote. Embora o rebeneficiamento não dê origem à semente sadia por si só, ele geralmente reduz o inóculo do patógeno;
  - tratar a semente com fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de preferência com mistura de produtos de ação sistêmica e protetora nos estados onde a legislação vigente permitir. Geralmente, o tratamento das sementes tem eficiência alta em erradicar o patógeno dormente no interior delas (SOUZA FILHO, 2012).
- Se junto aos fragmentos de plantas, grumos de solo e insetos forem observados escleródios, fica evidenciada a presença da doença no campo onde as sementes foram colhidas (PRIA; SILVA, 2010).

### **3.7. Época de semeadura e o favorecimento à doença**

A época de semeadura determina a exposição das plantas às variações na distribuição dos fatores climáticos e contribui fortemente para a definição da duração do ciclo, da altura e da produção de grãos. De modo geral, semeaduras em épocas anteriores ou posteriores ao período mais indicado para uma dada região reduzem o porte e o rendimento das plantas. Quanto à duração de ciclo, semeaduras anteriores a novembro tendem a alongar o ciclo e semeaduras posteriores tendem a encurtá-lo. A intensidade de variação da altura de planta e da duração do ciclo por efeito da época de semeadura difere entre cultivares, locais e anos (EMBRAPA, 2011).

No caso da soja, a época de semeadura e a duração do ciclo das cultivares devem condicionar que a germinação, o crescimento e a reprodução das plantas, até a plena formação dos grãos, ocorram durante o período de maior probabilidade de ocorrência de temperatura e umidade favoráveis, na maioria dos anos. Essas condições têm mais chances de ocorrência dentro de um período mais ou menos comum, para a maioria das regiões produtoras, que se estende entre os meses de outubro a março, porém, condiciona como melhor período para semeadura o que vai da segunda quinzena do mês de outubro até a primeira quinzena de dezembro. Fogem desse padrão algumas regiões onde se pode iniciar a semeadura a partir da primeira quinzena do mês de outubro e em parte das regiões norte e nordeste do país, onde é feita mais tarde. O fator mais limitante à semeadura de cultivares precoces em outubro, especialmente na primeira quinzena, é a obtenção de baixo porte das plantas, criando, portanto, o microclima favorável ao desenvolvimento do mofo branco. Já as semeaduras após a segunda quinzena de dezembro expõem as plantas a maiores riscos de perdas provocadas por percevejos, por ferrugem e por deficiência hídrica no solo, além da redução do porte das plantas e da duração de ciclo (EMBRAPA, 2011). Nas áreas com alta presença de *Sclerotinia*, semear as variedades de soja, preferencialmente, depois da segunda quinzena de novembro. Nesta área, posicionar uma variedade de ciclo médio e ou longo, assim o estágio de floração irá coincidir numa época de clima mais seco e quente (SOUZA FILHO, 2012).

Para o feijão, em áreas com histórico de mofo branco, deve-se evitar cultivar o feijão de 3ª safra ou safra de outono-inverno. Em regiões onde o problema com o mosaico-dourado não é muito sério, a semeadura de janeiro a março é uma opção para evitar o desenvolvimento da doença. Outra opção é semear na segunda quinzena de julho (cultivo de inverno-primavera). Nesse caso, a época do florescimento tem início em período com temperaturas crescentes, e a intensidade do mofo branco geralmente é baixa. O emprego de cultivares de ciclo precoce minimiza o risco de a colheita coincidir com o início da estação chuvosa. A semeadura de feijão em época desfavorável ao mofo branco visa não apenas a redução de perdas, como também a redução da produção de inóculo na planta (PRIA; SILVA, 2010).

### **3.8. Cultivares e a relação com a doença**

Algumas cultivares, tanto de soja como de feijão, mostram certa tolerância à doença no campo, especialmente as de porte ereto, por permitirem maior circulação de ar e insolação e reduzirem o contato da folhagem e das vagens com os restos de cultura na superfície do solo. Existem cultivares e linhagens que apresentam resistência parcial à doença. Pesquisas têm sido feitas para desenvolver cultivares com resistência mais estável. Sabendo-se que flores em senescência funcionam como “porta de entrada” do patógeno para infectar as plantas, o controle do mofo branco pode ser facilitado com o uso de cultivares que concentrem a floração em período curto, ao contrário de algumas que permanecem com flores (e risco de infecções primárias) por cerca de 40 dias (PRIA; SILVA, 2010).

A intensidade do mofo branco é maior em cultivares de crescimento exuberante, com produção de muita folhagem. Naturalmente, o espaçamento entre fileiras, o hábito de crescimento, a densidade de plantas, o fotoperíodo, a temperatura e a aplicação de fertilizantes podem afetar o desenvolvimento da folhagem e, conseqüentemente, a intensidade da doença, especialmente em cultivares prostradas (PRIA; SILVA, 2010).

O desenvolvimento de cultivares que aliem resistência fisiológica ao mofo branco e arquitetura de planta que permita adequada aeração das plantas e melhor penetração da luz solar no seu dossel e no solo seria um forte aliado no controle integrado da doença. No Brasil, no entanto, os esforços dos programas de melhoramento para o desenvolvimento dessas cultivares são incipientes (SOUZA FILHO, 2012).

### **3.9. Espaçamento e densidade de semeadura**

Sempre que possível, as fileiras devem ser orientadas paralelas à direção do caminamento do sol e/ou à direção predominante dos ventos, para reduzir a umidade do solo e facilitar o arejamento das plantas (SOUZA FILHO, 2012).

Em feijão, quando o Mofo Branco não é problema, geralmente é empregado o espaçamento entre fileiras de 50 cm, com 10 a 12 plantas por metro. O uso de espaçamento entre fileira mais largo aliado a pequeno número de plantas por fileira permite maior circulação de ar e melhor insolação no interior da planta e na



superfície do solo, situação desfavorável à doença. Em glebas infestadas com *S. sclerotiorum*, o agricultor não deve ter mais de 10 plantas por metro (PRIA; SILVA, 2010).

Na verdade, o ideal, em áreas uniformemente tomadas pelos patógenos, é que se tenham 6 plantas por metro. Com essa densidade, em comparação com 12 plantas por metro, a produtividade do feijão não é reduzida, e os grãos colhidos são maiores. O uso de semeadora com boa precisão de distribuição de sementes e bom controle de plantas daninhas são pré-requisitos para implementar essa tecnologia (PRIA; SILVA, 2010).

Para a cultura de soja, os melhores resultados obtidos foram para espaçamentos entre fileiras em torno de 40 cm e 50 cm, embora já existam máquinas que possibilitem espaçamentos menores o que resulta em sombreamento mais rápido entre as linhas, melhor controle das plantas daninhas e maior captação da energia luminosa incidente, mas não permitem a realização de operações de cultivo entre fileiras sem imprimir perdas significativas por amassamento das plantas (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

### **3.10. Irrigação**

Primeiramente, antes do início das irrigações deve-se avaliar a uniformidade de aplicação de água. Essa providência, além de proporcionar economia de água e energia, evita o excesso de água em partes da lavoura, onde provavelmente o Mofo Branco teria melhores condições para progredir (PRIA; SILVA, 2010).

O manejo bem feito da irrigação é essencial para que não se aplique água além do que as plantas necessitam. Irrigações esparsas com lâminas de águas grandes são preferíveis a irrigações constantes com lâminas pequenas. Em áreas mais baixas de uma gleba irrigada por pivô central, onde há acúmulo de água, o equipamento de irrigação deve ser acelerado com o objetivo de aplicar menor lâmina de água em relação à parte mais alta. Em pivô central, é prática a aplicação do fungicida para o controle do Mofo Branco junto com a água de irrigação. Em geral, os fungicidas atuam tanto no inóculo presente no solo (escleródios e/ou apotécios) quanto na proteção da parte aérea das plantas (PRIA; SILVA, 2010).

Em áreas passíveis de inundação, uma estratégia para reduzir drasticamente o potencial de inóculo de *S. sclerotiorum* no solo pela inativação dos escleródios é semear o arroz inundado (PRIA; SILVA, 2010).

### **3.11. Rotação de culturas**

O cultivo continuado de culturas suscetíveis ao mofo branco, como feijão, ervilha, tomate, girassol, soja, etc, na mesma gleba, ano após ano, provoca o aumento do inóculo (escleródios) do fungo no solo. Consequentemente, a intensidade da doença também aumenta com o passar dos anos. Fato preocupante é que os escleródios podem sobreviver por vários anos no solo na ausência de hospedeiro. Portanto, a rotação do feijão com cultura não hospedeira, como trigo, aveia, milheto ou milho-doce, não elimina o patógeno, mas pode reduzir o inóculo inicial, situação que permite ao agricultor a retomada da exploração econômica da cultura do feijão, posteriormente (PRIA; SILVA, 2010).

A redução do inóculo desse fungo é realizada com a rotação de culturas não hospedeiras (cereais) e que são irrigadas durante o período de outono-inverno, ocorrendo, portanto, a germinação dos escleródios da camada superficial do solo, que formam apotécios. Os ascósporos liberados por estes caem sobre hospedeiros não ideais e a infecção da planta não ocorre. Logo, haverá uma redução do número de escleródios no solo para a próxima safra, especialmente quando são usados alguns herbicidas que ajudam na redução do inóculo. É muito importante que haja ótimo controle de plantas daninhas, especialmente das dicotiledôneas, pois muitas delas são hospedeiras desse fungo (PRIA; SILVA, 2010).

### **3.12. Adoção do sistema plantio direto na palha**

A intensidade do mofo branco é menor no plantio direto (PD) que no plantio convencional, ou seja, com aração e gradagens. O PD tem efeito desfavorável sobre o mofo branco em curto e em longo prazo. Em curto prazo, os efeitos advêm da palhada, que, para proporcionar máximo benefício, deve ter mais de 6 cm de espessura. Ela reduz a intensidade da doença ao impedir que a planta entre em contato com o solo contaminado ou que a estipe alcance a superfície e forme apotécio. É possível ainda que a palhada mantenha o teor de água e a temperatura

da superfície do solo mais constante, e favoreça antagonistas do patógeno. Outro possível benefício da camada de palha é dificultar a dispersão dos ascósporos. O tipo de palhada também influencia o patógeno. Por exemplo, a palha de quinoa (*Chenopodium quinoa*) libera substâncias tóxicas que reduzem a viabilidade dos escleródios. As sucessivas arações e gradagens realizadas no sistema convencional têm mais poder de disseminação dos escleródios na gleba que o PD (PRIA; SILVA, 2010).

No PD, os escleródios que se desprendem das plantas durante a colheita ficam posicionados na camada superficial do solo. Em longo prazo, essa camada acumula relativamente mais matéria orgânica e nutrientes, o que estimula a proliferação de microrganismos antagonistas. Estes, auxiliados pelas grandes oscilações de umidade e temperatura, abreviam a viabilidade dos escleródios, que teriam vida mais longa se enterrados (PRIA; SILVA, 2010).

Assim, a soma dos efeitos deletérios de curto e de longo prazo do PD sobre o patógeno conduz a uma menor intensidade da doença nesse sistema em relação ao sistema convencional. Uma das pressuposições do PD é a rotação de culturas, que, no entanto, nem sempre é seguida pelos agricultores. Por conseguinte, mesmo com as particularidades desse sistema, que desfavorecem o mofo branco, a intensidade da doença pode atingir níveis que inviabilizam a exploração econômica do feijão. Nesse caso, uma opção para retomar o investimento na leguminosa é realiza o enterramento dos escleródios a 20-30 cm de profundidade com arado de aiveca. Depois, nos cultivos seguintes, o PD deve ser adotado, pois os escleródios podem ficar viáveis por oito anos, ou mais, naquela profundidade (PRIA; SILVA, 2010).

A introdução de braquiárias no PD proporciona uma série de benefícios para o controle do mofo branco e para a recuperação da qualidade do solo. O crescimento profundo das raízes da forrageira favorece a infiltração de água e a atividade de microrganismos do solo, gerando um ambiente menos favorável à germinação de escleródios. Espécies de braquiária, como *Brachiaria brizantha* ou *Brachiaria ruziziensis*, cultivadas por dois anos ou mais, têm ação supressora e estimulam a proliferação de microrganismos antagônicos a *S. sclerotiorum* e a outros patógenos que habitam o solo, como *Fusarium* e *Rhizoctonia*. Além disso, a palhada de braquiária cobre o solo por mais tempo do que a de outras espécies de clima tropical, prejudicando a formação de apotécios e a ejeção de ascósporos. Ademais,

quando a pastagem é dessecada, há um aporte de 10 a 12 toneladas de matéria orgânica no solo, o que também contribui para a proliferação de microrganismos benéficos (PRIA; SILVA, 2010).

O plantio direto sobre palhada de braquiária tem outros benefícios sobre o sistema de produção, pois reduz os custos com irrigação e controle de plantas daninhas, além de aumentar a reciclagem de nutrientes. Essa prática tem sido adotada por muitos agricultores da região de cerrado com o advento do “Sistema Santa Fé”, em que a braquiária é cultivada em consórcio com milho, sem prejuízo para o cereal (PRIA; SILVA, 2010).

A queima dessa palhada sobre o solo é condenável, pois elimina a barreira física que se interpõe entre o hospedeiro e o patógeno e torna o microclima desfavorável ao desenvolvimento de antagonistas. Além disso, ela não causa danos aos escleródios enterrados na camada superficial do solo (PRIA; SILVA, 2010).

### 3.13. Controle biológico

Adams e Ayers (1979) estabeleceram que o componente de maior importância do solo que afeta a sobrevivência do escleródio é a microbiota. O controle do mofo branco com microrganismos é uma estratégia de controle para *S. sclerotiorum*, e pode ser aplicado de duas formas distintas. A primeira é consequência do manejo de palhada no Sistema Plantio Direto (SPD) que permite o aporte de matéria orgânica no solo, viabiliza o aumento da atividade de antagonistas (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

A supressão da doença através de agentes de biocontrole se manifesta na interação entre a planta, o patógeno, o agente de biocontrole, a comunidade microbiana sobre e ao redor da planta e o ambiente físico em questão (HANDELSMAN; STABB, 1996). Em condições de campo, escleródios podem ser atacados e degradados por microparasitas como *Trichoderma* spp., *Coniothyrium minitans*, *Sporidesmium sclerotivorum*, *Aspergillus* spp., *Gliocladium roseum*, *Penicillium* spp., *Trichoderma virens*, *T. harzianum*, *T. hamatum*, *Talaromyces flavus*, *Ulocladium atrum*, *Penicillium* spp., *Fusarium solani*, *Fusarium* spp. (ETHUR et al., 2005) e dezenas de outros microrganismos (ADAMS; AYERS, 1981; BAE; KNUDSEN, 2007; MELO et al., 2006). Dentre essas diferentes espécies, várias

pertencentes ao gênero *Trichoderma* se destacam entre os antagonistas mais eficientes de patógenos habitantes do solo (HARMAN, 2000).

Outra possibilidade de se obter o controle biológico é através de antagonistas selecionados e formulados para aplicação em campo, visando o controle do mofo branco e de outras doenças causadas por patógenos habitantes do solo. A aplicação de antagonistas deve ser feita antes da germinação dos escleródios, ou seja, quando o escleródio encontra-se em repouso na superfície do solo, por estar mais vulnerável ao ataque. Exemplos de sucesso do controle biológico podem ser obtidos respeitando-se diversos fatores, tais como uma alta concentração de conídios viáveis de *Trichoderma* spp., a formulação em uso e sua compatibilidade com insumos sintéticos aplicados à cultura (LOBO JUNIOR et al., 2009; MORANDI et al., 2009).

A maioria das espécies de *Trichoderma* spp. se desenvolvem melhor em temperaturas entre 20 °C e 30 °C, mas há outras variáveis que determinam o sucesso do seu desempenho no campo. Sem observar estas possíveis causas de variações, os isolados selecionados para o controle de patógenos em condições experimentais podem ser incapazes de produzir os mesmos resultados, em condições de campo. Isso se deve ao fato de as condições de desenvolvimento no solo serem críticas para organismos biológicos, uma vez que esses estão sujeitos às reações diferenciais do hospedeiro e do ambiente, o que pode levar a uma eficácia de controle mais variável do que a obtida com fungicidas químicos (HARMAN, 1991).

Essas limitações podem ser superadas ajustando-se o ambiente para ser mais favorável aos antagonistas. A palhada no solo, por exemplo, foi considerada como premissa para a eficiência do biocontrole de *S. sclerotiorum*, por favorecer o estabelecimento de antagonistas. Tal ajuste foi demonstrado por Görgen, et al. (2009b), que obtiveram 72,1% e 84,1% de escleródios parasitados a mais com doses de 0,5 L/ha e 1 L/ha de *T. harzianum* '1306' com  $2 \times 10^9$  conídios mL<sup>-1</sup> em solo coberto com palha de *B. ruziziensis*, em comparação a tratamentos com as mesmas doses e solo sem cobertura (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Para que as instituições públicas e privadas possam atender às novas demandas para manejo dessa doença, a estratégia de integração de esforços e de competências segue a mesma lógica de outros exemplos bem sucedidos. Esta

estratégia certamente se inicia com o a realização do teste de sanidade de sementes, uso de sementes certificadas, tratamento de sementes, e com a adoção de boas práticas agrícolas. Ao localizar áreas de interesse, planejar e coletar corretamente informações, empregar metodologia e recursos humanos capacitados, ganha-se em segurança e em produtividade (SOUZA FILHO, 2012).

O controle biológico de *S. sclerotiorum* pode ser implementado de diferentes maneiras. No solo, objetiva a redução do inóculo inicial ao propiciar o parasitismo e a morte dos escleródios. Na parte aérea, por meio da aplicação de suspensões de esporos de agentes de controle biológico pode contribuir para a redução da doença ao proporcionar a inibição da germinação dos ascósporos ou a ocupação de sítios de infecção na planta (PRIA; SILVA, 2010).

Diversas estratégias são recomendadas para a aplicação de agentes de controle biológico de patógenos do solo, incluindo o tratamento de sementes, a aplicação diretamente no solo ou concentrada no sulco de semeadura e a aplicação sobre as plantas. O tratamento de sementes com agentes de controle biológico é o método mais amplamente difundido, por motivos econômicos e práticos, porquanto o feijão geralmente é cultivado em áreas extensas. Entretanto, para obter redução da população de escleródios no solo, a aplicação de suspensões contendo propágulos de antagonistas pode ser feita via barra de pulverização ou via água de irrigação, diretamente sobre o solo. Neste caso, o controle pode ser realizado na ausência do hospedeiro (antes da semeadura ou após a colheita), quando o inóculo de *S. sclerotiorum* no solo permanece “dormente” na camada superficial do solo. A aplicação de suspensões de antagonistas também pode ser feita na fase de germinação dos escleródios, pois, nessa época, o fungo está vulnerável ao ataque de microrganismos (PRIA; SILVA, 2010).

O uso simultâneo de agentes de controle biológico e de fungicidas permitirá a redução das doses destes e, conseqüentemente, a diminuição dos impactos negativos sobre o ambiente. Entretanto, são necessárias mais pesquisas para que essa estratégia possa ser recomendada na prática (PRIA; SILVA, 2010).

No solo, os microrganismos antagônicos diminuem a viabilidade dos escleródios. O antagonista se associa aos escleródios de *S. sclerotiorum*, causando-lhes degradação ou impedindo-os de germinar. Mais de 30 espécies de fungos e bactérias são antagonistas ou parasitas desse patógeno. Substâncias antibióticas

produzidas por certos organismos também podem controlar a germinação dos escleródios (PRIA; SILVA, 2010).

Embora estudos tenham demonstrado o potencial promissor do controle biológico do mofo branco na cultura de feijão, ainda faltam pesquisas de eficiência agrônômica e o registro de produtos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para viabilizar seu uso em larga escala no campo.

Entretanto, a demanda pelo uso de isolados de *Trichoderma* no controle de *S. sclerotiorum* no Brasil tem aumentado significativamente (PRIA; SILVA, 2010).

As espécies de *Trichoderma* mais utilizadas como agentes de controle biológico são favorecidas por temperaturas mais elevadas, acima de 25 °C, em solo úmido. Assim, a introdução desses agentes deve ser feita em ambiente adequado para a germinação dos conídios e desenvolvimento do antagonista. O uso de *Trichoderma* em épocas de temperaturas amenas pode ser pouco eficiente no controle do mofo branco. Além disso, as aplicações com produtos à base de *Trichoderma* são mais eficientes quando feitas em solo com matéria orgânica ou palhada sobre o solo. É recomendável que as aplicações sejam feitas por volta dos 20 dias após a emergência das plantas de feijão, pois a sombra projetada pelo dossel protege os conídios do antagonista de desidratação causada pelo vento, calor e raios ultravioleta. No Brasil os seguintes produtos à base de *Trichoderma*, estão disponíveis no comércio: Biotrich, Quality, Ecotrich e Trichodermil (PRIA; SILVA, 2010).

Entre os antagonistas estudados, o fungo *Coniothyrium minitans* também é promissor, mas ainda não existem estudos concretos acerca de sua utilização no controle do mofo branco em condições brasileiras. Trata-se de um microparasita altamente especializado em atacar *S. sclerotiorum*. O seu uso tanto em aplicações diretamente no solo como direcionadas sobre as plantas visam reduzir o número de escleródios no solo. Esse fungo é resistente à decomposição por luz, porém é altamente sensível a altas temperaturas (acima de 30 °C). Portanto, ele pode ser eficaz em condições nas quais espécies de *Trichoderma* não são. A temperatura ótima para o seu desenvolvimento é de 20 a 22 °C (PRIA; SILVA, 2010).

Em países de temperatura amena, tem-se obtido controle eficiente, com redução da incidência da doença, diminuição do número de escleródios no solo e o aumento da produtividade. Nesses países, aplicações preventivas de *C. minitans*,

antes da ocorrência da doença, é estratégia alternativa ao uso de fungicidas, especialmente em culturas com alta densidade de plantas. Aplicações de suspensões de *C. minitans* sobre os restos de cultura contaminados com *S. sclerotiorum* podem reduzir a disseminação da doença; se, em seguida, esses restos forem incorporados ao solo, o antagonista pode contribuir para a destruição dos escleródios. O tratamento do solo com suspensão de *C. minitans* associado ao cultivo de culturas não hospedeiras pode reduzir o potencial de inóculo de *S. sclerotiorum* no solo. Alguns produtos comerciais com esse antagonista são utilizados no controle de *S. sclerotiorum* em vários países, mas ainda não são encontrados no Brasil (PRIA; SILVA, 2010).

A utilização de *Trichoderma* spp., no tratamento das sementes de aveia preta e posteriormente na semente de soja, traz efeito benéfico no controle biológico dos escleródios, mas com eficiência de médio-longo prazo; três anos após a utilização, repetindo o tratamento todos os anos. Em áreas, que utilizam o azevém como cobertura, e este fornecendo massa de palha, haverá uma diminuição da frutificação do apotécio. Este controle deve ocorrer pela barreira física ao apotécio e favorecimento da presença de microrganismos (benéficos), que ajudam a controlar biologicamente os escleródios. Todas essas medidas devem ser tomadas, no intuito de amenizar a presença da *Sclerotinia* e perdas de produtividade (SOUZA FILHO, 2012).

O efeito do nível de matéria orgânica no solo na ocorrência de *Sclerotinia* em diversas culturas tem sido pouco estudado. Singh et al. (1991) também observaram a redução da germinação carpogênica de *S. sclerotiorum* em solos com alto teor de matéria orgânica. Evidenciado que o acréscimo ao solo de alguns materiais orgânicos pode atuar diretamente na germinação carpogênica dos escleródios de *S. sclerotiorum*. Em contraste, a presença de composto orgânico (a 50 e 100% v/v) no solo favoreceu a formação de apotécios de *S. sclerotiorum* no solo cultivado com feijoeiro (FERRAZ et al., 1999). Entretanto, alguns autores observaram a diminuição da germinação miceliogênica dos escleródios através do uso de diversos materiais de origem orgânica. Tratch e Bettiol (1997), observaram redução da germinação miceliogênica de escleródios colocados em meios de BDA adicionados com biofertilizantes “in vitro”. Nakasone et al. (1999), verificaram que extratos aquosos de vermicompostos e composto orgânico na concentração de 50% em meio de BDA



conferiram a indicação do crescimento micelial deste patógeno “in vitro”. Porém em concentrações menores do que 50%, os resultados não forma constantes, conferindo maior crescimento micelial para ambas as fontes de material orgânico. Estudo em casa de vegetação em vasos com plântulas de feijoeiro foram observadas a redução do tombamento causado pela infecção miceliogênica de *S. sclerotiorum* em plântulas de feijoeiro, pela adição de chorume de porco ao solo. Porém quando adicionado ao solo esterco de curral e bagaço de cana, o mesmo efeito não é observado (VIANA et al., 2000). O conjunto de diversos dados indica que os efeitos supressivos a *S. sclerotiorum* podem apresentar respostas diferenciadas de acordo com o tipo germinação, carpogênica ou miceliogênica, deste patógeno, e o tipo de matéria orgânica adicionada ao solo (SOUZA FILHO, 2012).

Na base de dados do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) observou-se somente o registro de três produtos biológicos, dois a base do fungo *Trichoderma asperellum*, e um a base do fungo *Trichoderma harzianum*. O primeiro é indicado para aplicação no solo após semeadura na cultura de soja e foliar nas culturas de feijão e soja nos estádios fenológicos V4 e V3, respectivamente; e o segundo é indicado para aplicação no solo na cultura de feijão. Apesar de vários projetos e pesquisas no Brasil estarem enfocando o controle deste patógeno com uso de produtos biológicos o registro destes ainda é muito incipiente, dificultando a adoção desta prática em larga escala (SOUZA FILHO, 2012).

O uso de cobertura morta tem mostrado que os escleródios presentes no solo são mais rapidamente destruídos sob os resíduos de algumas plantas de cobertura, tais como de gramíneas (FERRAZ et al., 2007). Os resíduos dessas culturas deixam o ambiente com baixa luminosidade, o que afeta a viabilidade dos escleródios, pois impedem a formação do apotécio. Além disso, provocam o desenvolvimento de microrganismos antagonistas e liberam nutrientes e outras substâncias que destroem os escleródios. Esses resultados fortalecem a recomendação do plantio direto, que tem como pré-requisito a cobertura da superfície do solo. A utilização de plantio direto no cultivo de feijoeiro em sistemas irrigados mostrou ser mais eficiente no controle da *Sclerotinia* do que o plantio convencional. O uso de cobertura morta com utilização de adubos verdes também tem demonstrado potencial de manejo de *Sclerotinia sclerotiorum* (FERRAZ et al., 2008) (SOUZA FILHO, 2012).

### 3.14. Controle químico

Como em qualquer outro sistema, não há uma recomendação única e, para que se obtenha sucesso com o controle químico, os seguintes parâmetros devem ser observados: histórico da área, cultivar a ser utilizada (arquitetura e porte, além do período de floração - determinado ou indeterminado), espaçamento e população de plantas, presença e volume de cobertura no solo, presença do patógeno na área (apotecios) durante ou próximo à fase crítica de infecção – (floração), condições ambientais e fungicidas utilizados (dose, época e número de aplicações) (SOUZA FILHO, 2012).

De forma isolada o controle químico por intermédio da utilização de fungicidas tem sido o mais eficaz, em função da rapidez de evolução da doença, promove condições adequadas à planta e favorece a retenção e absorção dos produtos. Para que estes tenham efeito, é preciso fazer o posicionamento de forma correta, visando obter-se um controle econômico e racional da doença, com eficácia ligada diretamente a época de aplicação (OLIVEIRA, 2005).

Para a soja, em áreas com alto índice de escleródios, deve-se fazer três aplicações sistemáticas. A primeira aplicação será feita no estágio fenológico R1, a segunda no estágio R2-R3 e a terceira em R4 (SOUZA FILHO, 2012).

No feijão, os momentos certos e recomendados oficialmente para o controle do Mofo Branco, são os estádios R5 (botão floral) e R6 (pleno florescimento) (SOUZA FILHO, 2012).

As pulverizações devem ser realizadas uniformemente, com boa distribuição nos tecidos da planta e se possível, alcançando a superfície do solo, onde surgem os apotecios ou desenvolvem o micélio do fungo (SOUZA FILHO, 2012).

Bons resultados também são obtidos com aplicação das Fenilpiridinilaminas (Fluazinam), Carboxamidas (Fluopyram e Procimidona) e com uma mistura de Anilida + Estrobilurina (Boscalid + Dimoxystrobin), variando de 67% a 85% de controle. Os tratamentos com biofungicidas em ensaios conduzidos nas safras 2010/11 e 2011/12 superaram a testemunha sem controle e não diferiram entre si, apresentando índices de controle que variaram de 29% a 39%, sendo, todavia, inferiores ao tratamento com a associação de Fluazinam com Tiofanato Metílico, que apresentou controle de 71%. É importante ressaltar que no manejo do mofo branco

uma medida não exclui a outra sendo necessária associação de várias práticas agronômicas (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Alguns trabalhos mostram também a ação de produtos alternativos com potencial de utilização no manejo do mofo branco. Os micronutrientes cobalto e molibdênio associados ao fungicida Benzimidazol podem indicar uma alternativa no manejo da doença. Torna-se importante conhecer o comportamento e o papel destes nutrientes na defesa das plantas e na ocorrência da doença. A dose deve ser: Carbendazim 1,0 L/ha e CoMo 0,150 L/ha, para cada aplicação. Lembrar sempre que estes produtos não irão agir curativamente e sim preventivamente, criando uma resistência da planta e dos órgãos reprodutivos ao ataque da *Sclerotinia*. Neste tratamento, não científico, acredita-se alcançar um preventivo de perdas, de até 70%, na produtividade da cultura de soja. Existe um outro tratamento, o qual, nos estádios R1-R3, são utilizados produtos a base de Fluazinam 500, juntamente com o CoMo, e no estágio R4, volta a se utilizar o tratamento proposto de Carbendazim 500 e CoMo. Neste tratamento, não científico, acredita-se alcançar um preventivo de perdas de até 90%, só na cultura de soja (SOUZA FILHO, 2012).

Para o tratamento de sementes, utilizam-se produtos à base de Carbendazim e Fluazinam. O produto comercial mais utilizado pelos produtores é o fungicida Certeza, suspensão concentrada, aplicado tanto em sementes de soja como de feijão (IHARA, 2013).

O uso de amônias quaternárias (cloretos de benzalcônio) também é utilizado visando reduzir a expressão da doença na fase micelial e redução do avanço radial da doença nos focos doentes. Estão registrados fungicidas erradicantes, curativos e protetores pertencentes aos grupos químicos dos Benzimidazóis, Fenilpiridinilaminas, Dicarboxamidas, Triazóis e Anilidas, isoladamente ou em misturas, aplicados via tratamento de sementes, pulverizações foliares e fungigação, técnica que além de boa cobertura, permite o alcance do produto na superfície do solo, atingindo micélios, escleródios e apotécios, ou ainda, no caso dos produtos sistêmicos, possibilitando a reabsorção do produto pelas raízes. Em todo período crítico, tanto da cultura de soja e como a de feijão, que vai do início do florescimento até a formação de vagens, são necessárias em média de duas aplicações dos produtos, com intervalos médios de 12 a 15 dias (SOUZA FILHO, 2012).

Para o feijoeiro, o volume de calda recomendado para a aplicação do produto é média de 500 litros por hectare, ou mais. As aplicações podem ser feitas de forma convencional através do trator ou através do uso do pivô central, misturando-se à água de irrigação (fungigação), com lâminas variando de 5 a 10 mm. Os dois métodos são eficientes desde que a distribuição do produto seja uniforme. Por avião a eficiência diminui pelo menor volume de água utilizado (SOUZA FILHO, 2012).

Na fungigação (via pivô central), os produtos com solubilidade em água (hidrofílicos) levam vantagem. Ao serem injetados na tubulação do pivô central formam uma emulsão, o que pode estar “compensando” dentre outros fatores, o alto volume de água na aplicação, garantindo a eficiência do sistema. Outra vantagem da fungigação, específica no controle do mofo branco, refere-se ao alcance do produto na superfície do solo, atingindo diretamente o alvo (micélio, escleródios ou apotécios), sejam os químicos ou biológicos, ou no caso dos fungicidas sistêmicos pela possibilidade de reabsorção do produto pelas raízes (SOUZA FILHO, 2012).

Entre os fungicidas mais indicados e eficientes para o controle do mofo branco estão o Procimidone e o Fluazinam. Também os Benzimidazóis como Tiofanato Metílico e Carbendazim podem apresentar eficiência, porém em situações de menor pressão de inóculo (SOUZA FILHO, 2012).

Além dos fungicidas mencionados, certos herbicidas também podem exercer efeito contra *S. sclerotiorum*. Em feijoeiro, foi verificada a inibição “in vitro” do crescimento micelial do fungo com o uso de Metribuzin e Diuron. Quando aplicados no solo, os dois herbicidas reduzem a produção de estipes, estruturas esta que “sustentam” os apotécios. Atrazina e Simazina não afetam as estipes, mas o apotécios não se desenvolveram ou não produziram ascósporos na presença deles (SOUZA FILHO, 2012).

Ainda em áreas produtoras de feijão, foi verificado que o herbicida EPTC inibiu a germinação de escleródios e a produção de apotécios quando os escleródios foram imersos em suspensão do produto por 30 segundos (SOUZA FILHO, 2012).

Num estudo em casa de vegetação, os herbicidas Trifluralina, Fomesafen, Sethoxydim e Imazaquin foram avaliados quanto à inibição da germinação carpogênica de cinco isolados de *S. sclerotiorum* de feijoeiro, cujos escleródios foram incubados em caixas de Gerbox contendo areia, e onde os produtos foram aspergidos em diferentes doses. Aos 45 dias após a incubação, Fomesafen e

Imazaquin reduziram a germinação dos escleródios e número de estipes de todos os isolados. Aos 55 dias da incubação, Trifluralina e Imazaquin reduziram o número de estipes e apenas Trifluralina reduziu o número de apotécios (SOUZA FILHO, 2012).

A redução de doses dos produtos deve ser evitada, não sendo esta uma solução ao problema. Na cultura de feijão as aplicações para o mofo branco têm sido realizadas com retorno positivo aos produtores e com eficiência satisfatória, desde que iniciadas na época da pré-florada ou início da florada, e repetidas normalmente de 10 a 15 dias após a primeira. Uma diferença entre a cultura do feijão e a da soja é que o feijoeiro, embora de ciclo mais curto, normalmente tem um florescimento mais longo, podendo elevar a fase de maior suscetibilidade à doença em certas cultivares (SOUZA FILHO, 2012).

O controle químico para *S. sclerotiorum* só é eficiente quando se tem redução do potencial de inóculo no solo obtido por outras medidas, uma vez que é difícil alcançar o alvo com um baixo volume de aplicação normalmente agravado pelo momento da aplicação coincidente ao fechamento das ruas (SOUZA FILHO, 2012).

Os fungicidas têm sido frequentemente usados no controle de doenças causadas por *S. sclerotiorum* devido à falta de resistência genética em suas hospedeiras (BARDIN; HUANG, 2001). Além das características de cada ingrediente ativo em uso, sua eficiência dependerá de características da cultivar utilizada, do nível de infestação do solo, do ambiente para o desenvolvimento do fungo, da qualidade e do número de aplicações de fungicidas (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

O controle químico do mofo branco na cultura da soja pode ser também ineficiente devido a dificuldade de se obter cobertura total da planta (MUELLER et al., 2002), especialmente nas cultivares de ciclo mais longo. Colaboram para essa limitação, dificuldades de ajuste do momento da aplicação com a liberação de ascósporos, bem como dificuldades em atingir o terço inferior da planta, onde normalmente o patógeno está localizado. Da mesma forma, o controle curativo quase sempre produz resultados muito aquém do desejável, em comparação ao controle preventivo (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Costa e Costa (2004) verificaram, em condições controladas que o fungicida Fluazinam permitiu a formação de estipes inviáveis, mas não foi eficiente na inibição da germinação miceliogênica. Já o fungicida Tiofanato Metílico reduziu, após 15 dias de incubação, 75% da germinação miceliogênica e não apresentou eficiência na

inibição da formação de apotécios, apresentando apenas diminuição do tamanho do estipe. O fungicida Procymidone, aos 30 dias de incubação, inibiu 60% da germinação miceliogênica, mas não foi eficiente na inibição de estipes e apotécios (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

O tratamento de sementes é um eficiente método para controle do patógeno e redução da formação de escleródios a partir de sementes infectadas. Mueller, et al. (1999) comprovaram controle superior a 98% na redução de escleródios formados a partir de sementes, em 2 anos de estudo, pelo uso de Fludioxonil, Thiram e Captan + Pentachloronitrobenzene + Thiabendazole. Considerando que, 1% de sementes infectadas, em um hectare, representam mais de 3.000 potenciais pontos de infecção em uma população de 300.000 plantas por hectare, o risco de infestação do solo pode ser alto quando as sementes não são devidamente protegidas (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

O tratamento de sementes é técnica eficiente na redução do inóculo presente na semente do feijão. O Quintozene é o único produto registrado para o tratamento de sementes dessa leguminosa, embora ótimos resultados tenham sido obtidos com Fludioxonil, Vinclozolin, Iprodione e Procimidone em outras culturas (PRIA; SILVA, 2010).

No caso da aplicação de fungicida na lavoura, o conhecimento da importância das flores das plantas de feijão na epidemia do mofo branco é a chave para o controle da doença. A primeira pulverização deve ser feita quando 70-80% das plantas apresenta a primeira flor aberta. Se as condições continuarem a ser favoráveis à doença, o fungicida deve ser novamente aplicado dez dias depois. O atraso tanto da primeira quanto da segunda aplicação pode prejudicar o controle da doença e trazer prejuízo ao agricultor. O fungicida pode ser aplicado com pulverizador de barra tratorizada, de preferência com pulverizador com ar assistido, ou via água de irrigação (quimigação) de pivô central. No primeiro caso, é recomendável empregar mais de 500 L/ha de água ou mais; na quimigação, entre 3 e 6 mm de água. A aplicação com avião pode não proporcionar resultados satisfatórios, em razão da pequena quantidade de água empregada (PRIA; SILVA, 2010).

### 3.15. Resistência genética

A resistência para *S. sclerotiorum* em soja e feijão foi relatada em condições de laboratório como resistência ao ácido oxálico (KOLKMAN; KELLY, 2000; WEGULO et al., 1998). Em contraste, mutantes de *S. sclerotiorum*, incapazes de produzir ácido oxálico, não conseguiram produzir escleródios “in vitro”, além de não serem patogênicos em plantas (DICKMAN; MITRA, 1992; GODOY et al., 1990).

A ausência de altos níveis adequados de resistência para esse patógeno, em cultivares disponíveis para plantio tem sido causa de grandes prejuízos na produção, como no caso da soja. O melhoramento genético é dificultado pela herança quantitativa da resistência ao Mofo Branco. Ao mesmo tempo, a escolha de cultivares com características específicas, como ciclo curto, oferece maior flexibilidade na seleção varietal (HOFFMAN et al., 2002; LU, 2003). Vários autores associam a data de florescimento e de implantação, a arquitetura e a maturação da planta hospedeira com a severidade da doença (BOLAND; HALL, 1987; KIM; DIERS, 2000; NELSON et al., 1991). Mais recentemente, Peltier, et al. (2009) relacionaram níveis crescentes de resistência ao Mofo Branco a maiores teores de lignina, em plantas de soja (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

As dificuldades encontradas no melhoramento convencional das hospedeiras de *S. sclerotiorum* fazem com que o desenvolvimento de plantas transgênicas, resistentes ao mofo branco, seja alvo de grandes pesquisas. Em soja, girassol e amendoim geneticamente modificados, por exemplo, tem sido incorporadas enzimas de degradação de ácido oxálico e oxalato oxidase, com obtenção de resistência para *S. sclerotiorum*. Muito embora ainda haja efeitos negativos na produtividade dessas culturas com a incorporação dessa enzima, esse é um dos caminhos promissores atualmente percorridos por pesquisadores da área (DONALDSON et al., 2001; HU et al., 2003; KESARWANI et al., 2000; LIVINGSTONE et al., 2005).

Outra possibilidade de controle do mofo branco ainda pouco explorada é a indução da resistência à doença. Seu uso no Brasil, em maior escala, ainda depende de ajustes e validações que demonstrem seus benefícios. Provavelmente o caso mais conhecido dessa forma de controle é o uso de herbicida Lactofen, Cobra como é conhecido o produto comercial no Brasil, em sub-doses para plantas, que em soja induz a síntese e o acúmulo de uma fitoalexina (gliceolina) protegendo

a cultura contra a doença, muito embora as reduções de produtividade de grãos devido às injúrias foliares causadas pela aplicação apresentem valores de 2,5% a 9,8%. O próprio rótulo do herbicida, nos EUA, indica que o mesmo pode ser usado no controle de mofo branco (DANN et al., 1999). O Glyphosate por sua vez, quando aplicado em sub-doses, pode aumentar a severidade da doença, devido à inibição da rota de síntese de fitoalexinas. Nos EUA, após a introdução de plantas transgênicas resistentes a Glyphosate, foi relatada maior ocorrência de *S. sclerotiorum* (LEE et al., 2000).

Em um estudo recente, detectou-se alta variabilidade genética dentro e entre populações *S. sclerotiorum*, portanto, há evidências de que o fluxo gênico esteja ocorrendo na população devido ao agrupamento de isolados de origens geográficas distintas no mesmo grupo de compatibilidade micelial (SOUZA FILHO, 2012).

Embora haja fonte de resistência, não há disponíveis cultivares de feijão resistentes geneticamente ao mofo branco, podendo sim haver diferenças de suscetibilidade entre eles. Por outro lado, diversidades no dossel, porte ou arquitetura de plantas influenciam no desenvolvimento da doença (SOUZA FILHO, 2012).

### **3.16. Controle cultural**

O controle cultural envolve práticas que reduzem o potencial de inóculo e/ou a taxa de progresso da doença no campo, tendo como principal objetivo o efeito sobre a fase de sobrevivência do patógeno no solo. A rotação de cultura é o método mais empregado no controle cultural de muitas doenças, mas, para o *S. sclerotiorum*, devido à sobrevivência de escleródios no solo por vários anos, poucos esquemas de rotação são eficientes. Para que sejam obtidos resultados desejáveis, uma forma eficiente de rotação de culturas deve envolver intervalos de tempo maiores entre espécies hospedeiras, e/ou envolver o incremento qualitativo e quantitativo na comunidade microbiana do solo, favorecendo microrganismos antagônicos ao patógeno, para obtenção de supressividade à doença (COSTA; RAVA, 2003).

De fato, Tu (1997) verificou o crescimento de fungos antagônicos a *S. sclerotiorum* em detritos vegetais, que favorecem o aumento da atividade microbiana no solo par acelerar a destruição de escleródios no campo. Rousseau et al. (2006a),



por sua vez, demonstraram que três anos de rotação com milho e aplicação de um composto de esgoto urbano apresentam efeito supressivo a *S. sclerotiorum* em soja, com redução da incidência do mofo branco em solos argilo-arenosos. Em plantios nos Cerrados, esse benefício tem sido obtido com a implantação de lavouras sobre palhada de braquiária, com obrigatoriedade de rotação de culturas e presença de matéria seca da forrageira superior a 7 toneladas por hectare na superfície do solo (GÖRGEN et al., 2009b).

Com frequência, muitas epidemias de mofo branco se desenvolvem em cultivos sem revolvimento do solo, adotados geralmente sem rotação de culturas adequada e com pouca cobertura de matéria seca sobre o solo, através de dessecação apenas de plantas daninhas (ALMEIDA; SEIXAS, 2010).

Em áreas onde a doença ainda não ocorre de forma endêmica e em campos de produção de sementes, deve ser feito o *roguing*, eliminando-se plantas com sintomas iniciais da doença durante todo o ciclo de vida da cultura, especialmente antes da formação dos escleródios (PRIA; SILVA, 2010).

### **3.17. Outras medidas de controle**

As plantas daninhas devem ser controladas para proporcionar boa insolação e ventilação entre as fileiras de plantas e facilitar o *roguing*; ademais, a eliminação delas reduz possíveis hospedeiros de *S. sclerotiorum* (PRIA; SILVA, 2010).

A solarização é medida eficiente para reduzir o potencial de inóculo do fungo no solo em lavouras pequenas, embora não constitua medida prática em áreas extensas (PRIA; SILVA, 2010).

Deve-se evitar o trânsito de máquinas e implementos provenientes de locais contaminados com escleródios do patógeno; é importante cuidar para que sejam limpos e desinfestados antes de serem levados para área isenta da doença (PRIA; SILVA, 2010).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos fatores primordiais para o controle eficiente da *Sclerotinia sclerotiorum* está na necessidade de se evitar a introdução do patógeno em novas áreas, pois, uma vez introduzido, só resta o manejo integrado, que deverá ser realizado de maneira adequada para amenizar a manifestação e severidade da doença.

É importante ressaltar que no manejo do mofo branco uma medida não exclui a outra, sendo necessária associação de várias práticas agronômicas para realização do seu controle. O mofo branco é uma doença em que a necessidade de combinar diferentes técnicas para alcançar um controle bem sucedido é o mecanismo de controle mais evidente e eficiente. Um manejo econômico e racional da doença deve permitir a aplicação das técnicas em um tempo e momento adequado, a fim de se atingir todas as plantas em sua totalidade, como também a superfície do solo, onde ficam as estruturas de reprodução.

Deve-se sempre utilizar sementes sadias e certificadas, beneficiadas e selecionadas de produtores idôneos, e sempre que possível, tratadas com produtos do grupo dos Benzimidazóis, com os quais estão sendo obtidos os melhores resultados. O manejo deve ser realizado também com o objetivo de se aumentar o espaçamento entre plantas, reduzindo a população por metro quadrado, além do uso rotacionado de culturas.

O plantio direto com utilização de palhada (*Brachiaria* spp.) também deve ser adotado, pois melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, dificulta a entrada de luz para formação dos apotécios, fornece uma barreira física que impede que os ascósporos germinem, garante condições ideais de temperatura, sombreamento e umidade para estabelecimento de agentes de biocontrole que degradam os escleródios. Os produtores que ainda utilizam o sistema de cultivo convencional defendem que os processos de aração e gradagem do solo são interessantes no controle da doença, pois expõe os escleródios às condições adversas antes da implantação da cultura. Apesar do que pensam os produtores que adotam esse manejo, os benefícios do plantio direto ainda são, comprovadamente, maiores em comparação ao plantio convencional.

A utilização do controle biológico também é uma boa estratégia, porém, o método ainda encontra empasse pelo fato de existirem vários produtos comerciais e

nem todos se apresentarem confiáveis, pois trata-se de organismos vivos que ainda precisam se estabelecer na área para terem condições de controlar o patógeno, outro fator questionável é a forma de aplicação mais eficiente, se seria pelo solo, semente, água ou aérea.

Para utilização do controle químico, os produtos mais eficientes na atualidade são o Fluazinam, Iprodiona e Promicidona, entretanto, deve-se levar em consideração também a questão da eficiência ecológica e ambiental.

O melhoramento genético é incipiente e ainda não foram desenvolvidas cultivares de soja e feijão resistentes ao mofo branco disponíveis no mercado. Isso deve-se ao fato da existência de poucas fontes de resistência e a maioria com baixa produtividade, dificuldade no controle genético poligênico, os falsos resistentes são muitas vezes avançados devido ao escape e a ocorrência da doença nem sempre é regular. As perspectivas, do ponto de vista do melhoramento genético, estão relacionadas à seleção recorrente recíproca – aumento dos alelos favoráveis, busca de características que favoreçam o escape como arquitetura da planta, permitindo maior aeração e redução no tempo de florescimento.

Os transgênicos ainda são um grande desafio devido à recombinação constante dos fungos.

Concluindo, a tomada de decisão com relação à estratégia a ser utilizada depende de uma boa conversa com o produtor, levantando todos os aspectos que possam influenciar em uma maior ou menor pressão da doença, mas o básico não pode ser esquecido como a rotação de culturas e o uso de sementes sadias.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Source of primary inoculums and effects of temperatures and moisture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 65, p.300-309, 1975.

ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v. 69, p.899-904, 1979.

ABRASEM. **Anuário 2012**. Pelotas: ABRASEM, 2012. 96P.

ADAMS, P.B.; AYERS, W.A. Ecology of *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, v. 69, p.896-899, 1979.

AGROFIT. SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. **Ingredientes Ativos**. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 20 jun. 2013.

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMI FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p.642-664.

ALMEIDA, A.M.R. et al. Doenças da soja. In: KIMATI, H. et al. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2. p.569-588.

AYERS, W.A.; ADAMS, P.B. Mycoparasitism of sclerotial fungi by *Teratosperma oligocladum*. **Canadian Journal Microbiology**, v. 27, p.886-892, 1981.

BAE, Y.S.; KNUDSEN, G.R. Effect of sclerotial distribution pattern of *Sclerotinia sclerotiorum* on biocontrole efficacy of *Trichoderma harzianum*. **Applied Soil Ecology**, v. 35, p.21-24, 2007.

BARDIN, S.D.; HUANG, H.C. Research on biology and control of *Sclerotinia* diseases in Canada. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 23, p. 88-98, 2001.

BOLAND, G.J.; HALL, R. Index of plants of hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal Plant Pathology**, v. 16, p.93-108, 1994.

BOLAND, G.J.; HALL, R. Epidemiology of white mold of bean in Ontario. **Canadian Journal Plant Pathology**, v. 9, p.218-224, 1987.

BOLAND, G.J.; HALL, R. Relationships between the spatial pattern and number of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* and stem rot of soybean. **Plant Pathology**, v. 8, p.329-336, 1988b.

BOLTON, M.D.; THOMMA, B.P.H.J.; NELSON, B.D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, v. 11, p.1-16, 2006.

BRUSTOLIN, R.; ROSSI R.L.R.; REIS, E.M. Mofo-branco. In: REIS, E.M.; CASA, R.T. **Doenças da Soja: etiologia, sintomatologia, diagnose e manejo integrado**. Passo Fundo: Berthier, 2012. p.217-232.

CARREGAL, L.H.; CAMPOS, H.D.; SILVA, J.R.C. **Saiba mais sobre Mofo Branco**. Disponível em: <[www.ihara.com.br/index/ezsite.asp?ID=2065](http://www.ihara.com.br/index/ezsite.asp?ID=2065)>. Acesso em: 20 mar. 2013.

CLARKSON, J.P.; STAVELEY, J.; PHELPS, K.; YOUNG, C.S.; WHIPPS, J.M. Ascospore release and survival in *Sclerotinia sclerotiorum*. **Mycological Research**, v. 107, p.213-222, 2003.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Nono levantamento. Julho 2013. Brasília: CONAB, 2013. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_07\\_09\\_09\\_04\\_53\\_boletim\\_graos\\_junho\\_\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho__2013.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2013.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Terceiro levantamento. Dezembro 2012. Brasília: CONAB, 2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_12\\_06\\_09\\_10\\_01\\_boletim\\_portugues\\_dezembro\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_12_06_09_10_01_boletim_portugues_dezembro_2012.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2013.

COSTA, G.R.; COSTA, J.L. da S. Efeito da aplicação de fungicidas no solo sobre a germinação carpogênica e miceliogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, p.133-138, 2004.

COSTA, J.L.; RAVA, C.A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.523-534.

DANN, E.K.; DIERS, B.W.; HAMMERSCHMIDT, R. Suppression of *Sclerotinia* stem rot of soybean by lactofen herbicide treatment. **Phytopathology**, v. 89, p.598-602, 1999.

DICKMAN, M.B.; MITRA, A. *Arabidopsis thaliana* as a model for studying *Sclerotinia sclerotiorum* pathogenesis. **Physiological Molecular Plant Pathology**, v. 41, p.255-263, 1992.

DONALDSON, P.A.; ANDERSON, T.; LANE, B.G.; DAVIDSON, A.L.; SOMMONDS, D.H. Soybean plants expressing an active oligomeric oxalate oxidase from the wheat gf-2.8 (germin) gene are resistant to the oxalate-secreting pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 59, p.297-307, 2001.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2011. **Sistemas de Produção**, Londrina, n. 14, 2010. Disponível em:

<[http://www.cnpso.embrapa.br/download/Sistema\\_Producao14\\_VE.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/Sistema_Producao14_VE.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2013.

ETHUR, L.Z. et al. Fungos antagonistas a *Sclerotinia sclerotiorum* em pepineiro cultivado em estufa. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p.127-133, 2005.

FERRAZ, L.C.L.; BERGAMMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; NASSER, L.C.B. Viabilidade de *Sclerotinia sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 01, p.17-26, 2003.

FILHO, D.S.J. Globalizando o Problema, Fundamentando Soluções. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO BRANCO, 1., 2012, Ponta Grossa. **Anais do 1º Encontro Internacional de Mofo Branco**. Ponta Grossa: UEPG, 2012. 82 p.

GODOY, G.; STEADMAN, J.R.; DICKMAN, M.B.; DAM, R. Use of mutants to demonstrate the role of oxalic acid in pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* on *Phaseolus vulgaris*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 37, p.179-191, 1990.

GÖRGEN, C.A.; CIVARDI, E.A.; LOBO JUNIOR, M.; CARNEIRO, L.C.; OLIVEIRA, L.A.; BARBIERI, A.B.; SILVEIRA NETO, A.N. Metodologia de amostragem, separação e quantificação de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* a partir de solo naturalmente infestado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., MERCOSOJA 2009, 2009, Goiânia. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2009a.

GÖRGEN,, C.A.; SILVEIRA NETO, A.N.; CARNEIRO, L.C.; RAGAGNIN, V.; LOBO JUNIOR, M. Manejo do mofo branco da soja com palhada e *Trichoderma harzianum* '1306'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p.1583-1590, 2009b.

GÖRGEN, C.A.; HIKISHIMA, M.; NETO, A.N.S.; CARNEIRO, L.C.; JUNIOR, M.L. Mofo Branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. **Soja: Doenças Radiculares e de Hastes e Inter-relações com o Manejo do Solo e da Cultura**. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p.73-104.

GRAU, C.R.; HARTMAN, G.L. *Sclerotinia* stem rot. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**, St. Paul: APS Press, 1999. p.46-48.

GRAU, C.R.; RADKE, V.L. Effectes of cultivars and cultural practices on *Sclerotinia* stem rot of soybean. **Plant Disease**, v. 68, p.56-58, 1984.

GUIMARÃES, R.L.; STOTZ, H.U. Oxalats production by *Sclerotinia sclerotiorum* deregulates guard cells during infection. **Plant Physiology**, v. 136, p.3703-3711, 2004.

HANDELSMAN, J.; STABB, E.V. Biocontrol of soilborne plant pathogens. **The Plant Cell**, v. 8, p.1855-1869, 1996.

HAO, J.J.; SUBBARAO, K.V.; DUNIWAY, J.N. Germination of the *Sclerotinia minor* and *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia under various soil moisture and temperature combinations. **Phytopathology**, v. 93, p.443-450, 2003.

HARIKRISHNAN, R.; DEL RIO, L.E. Influence of temperature relative humidity, ascospore concentration, and length of drying of colonized dry bean flowers white mold development. **Plant Disease**, v. 90, p.946-950, 2006.

HARMAN, G.E. Seed treatment for biological control of plant disease. **Crop Protection**, v. 10, p.166-171, 1991.

HARMAN, G.E. Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, v. 84, p.377-393, 2000.

HOFFMAN, D.D.; HARTMAN, G.L.; MUELLER, D.S.; LEITZ, R.A.; NICKELL, C.D.; PEDERSEN, W.L. Yield and seed quality of soybean cultivars infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 82, p.826-829, 1998.

HUANG, H.C.; KOZUB, C.G. Longevity of normal and abnormal sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 78, p.1164-1166, 1994.

HUANG, H.C.; KOZUB, G.C. A simple method for production of apothecia from sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Protection bulletin**, v. 31, p. 333-345, 1989.

HUANG, H.C.; KOZUB, G.C. Influence of inoculum production temperature on carpogonia germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 39, p.548-550, 1993.

IHARA – Iharabras S/A Indústrias Químicas. **Certeza**. Disponível em: <<http://www.ihara.com.br/defensivos/fungicidas/certeza/129/>>. Acesso em: 16 jun. 2013

JUNIOR, M. L. **Doenças fúngicas do solo**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2013. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONT000gvwk5em102wx7ha0g934vg016m2r7.html#>>. Acesso em: 16 abr. 2013.

PAULA JÚNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F.; JÚNIOR, M.L., MORANDI, M.A.B., CARNEIRO, J.E.S. Mofo-Branco. In: PRIA, M.D.; SILVA, O.C. **Cultura do Feijão: doenças e controle**. Ponta Grossa: UEPG, 2010. p.101-299.

KESARWANI, M.; AZAM, M.; NATARAJAN, K.; MEHTA, A.; DATTA, A. Oxalate decarboxylase from *Collybia velutipes*. Molecular cloning and its overexpression to confer resistance to fungal infection in transgenic tobacco and tomato. **Journal of Biology and Chemistry**, v. 275, p. 7230-7238, 2000.

KIM, H.S.; DIERS, B.W. Inheritance of partial resistance to *Sclerotinia* stem rot in soybean. **Crop Science**, v. 40, p. 55-61, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M. Principais problemas da cultura do feijão no Brasil. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Eds.). **Feijão: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2007. p.53-102.

KOLKMAN, J.M.; KELLY, J.D. An indirect test using oxalate to determine physiological resistance to White mold in common bean. **Crop Science**, v. 40, p.281-285, 2000.

KORA, C.; McDONALD, M.R.; BOLAND, G.J. *Sclerotinia* rot of carrot: na example of phenological adaptation and bicyclic development by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 87, p.456-470, 2003.

KOSASIH, B.D.; WILLETS, H.J. Ontogenetic and histochemical studies of the apothecium of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Annals of Botany**, v. 39, p.185-191, 1975.

LEE, C.D.; PENNER, D.; HAMMERSCHMIDT, R. Influence of formulated glyphosate and activador adjuvants on *Sclerotinia sclerotiorum* in glyphosate resistant and susceptible *Glycine max*. **Weed Science**, v. 48, p.710-715, 2000.

Le TOURNEAU, D. Morphology, cytology, and physiology of *Sclerotinia* species in culture. **Phytopathology**, v. 69, p.887-890, 1979.

LEITE, R.M.V.B.C. **Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p.1-3. (Comunicado Técnico, 76).

LI, Y.B.; YONGLI, Z.; NIAN, L.B. Study on the dissemination distance of sunflower stem rot fungus. **Plant Protection**, v. 20, p.12-13, 1994.

LIVINGSTONE, D.M.; HAMPTON, J.L.; PHIPPS, P.M.; GRABAU, E.A. Enhancing resistance to *Sclerotinia minor* in peanut by expressing a barley oxalate oxidase gene. **Plant Physiology**, v. 137, p.1354-1362, 2005.

LOBO JUNIOR, M.; GERALDINE, A.M.; CARVALHO, D.D.C. **Controle biológico de patógenos habitantes do solo com *Trichoderma* spp.; na cultura do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 4p. (Circular Técnica, 85).

LU, G. Engineering *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in oilseed crops. **African Journal of Biotechnology**, v. 2, p.509-515, 2003.

LUMSDEN, R.D.; DOW, R.L. Histopathology of *Sclerotinia sclerotiorum* infection of bean. **Phytopathology**, v. 63, p.708-715, 1973.



MELO, I.S.; FAULL, J.L.; NASCIMENTO, R.S. Antagonismo de *Aspergillus terreus* contra *Sclerotinia sclerotiorum*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 37, p.417-419, 2006.

MILA, A.L.; YANG, X.B. Effects of fluctuation soil temperature and water potential on sclerotia germination and apothecial production of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 92, p.78-82, 2008.

MIRANDA, E. R. R. **Mofo Branco**. Interural, Uberlândia, N°.: 22, 2009. Disponível em: <<http://www.interural.com/interna.php?referencia=revistas&materia=188>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

MORANDI, M.A.B.; COSTA, L.B. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* on beans in field by *Trichoderma asperellum* and *Clonostachys rosea*. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 43, p.243-245, 2009.

MORRAL, R.A.A. A preliminary study of the influence of water potential on sclerotium germination in *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Botany**, v. 55, p.8-11, 1977.

MUELLER, D.S.; HARTMAN, G.L.; PEDERSEN, W.L. Development of sclerotia and apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* from infected soybean seed and its control by fungicide seed treatment. **Plant Disease**, v. 83, p.1113-1115, 1999.

MUELLER, D.S.; DORRANCE, A.E.; DERKSEN, R.; OZKAN, E.; GRAU, C.R.; GASKA, J.M.; KURLE, J.E.; HARTMAN, G.L.; BRADLEY, C.A.; PEDERSEN, W.L. Efficacy of fungicides on *Sclerotinia sclerotiorum* and their potential control of *Sclerotinia* stem rot on soybean. **Plant Disease**, v. 86, p.26-31, 2002.

NAKASONE, A.K.; BETTIOL, W.; SOUZA, R.M. Efeito in vitro de extratos aquosos de matéria orgânica sobre fungos fitopatogênicos. In: XXII Congresso Paulista de Fitopatologia, 1999, Jaboticabal. **Summa Phytopathologica**. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 1999, v. 25, p.43-43.

NAPOLEÃO, R.L.; NASSER, L.C.B.; LOPES, C.A.; CAFÉ FILHO, A.C. Neon-S, novo meio para detecção de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes. **Summa Phytopathologica**, v. 32, p.180-182, 2006.

NELSON, B.D.; HELMS, T.C.; KURAL, I. Effects of temperature and pathogen isolate on laboratory screening of soybean for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal Plant Science**, v. 71, p.347-352, 1991.

OLIVEIRA, S.H.F. Manejo do mofo-branco. **DBO Agrotecnologia**, São Paulo, v. 2, n. 4, p.8-13, 2005.

PELTIER, A.J.; HATFIELD, R.D.; GRAU, C.R. Soybean stem lignin concentration relates to resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 93, p.149-154, 2009.

PHILLIPS, A.J.L. Carpogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytophylactica**, v. 19, p.279-283, 1987.

PURDY, L.H. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. **Phytopathology**, v. 69, p.875-880, 1979.

RODRIGUES, T.B.; SANTOS, J.B. Effect of nature selection on common bean (*Phaseolus vulgaris*) microsatellite alleles. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 29, n. 2, p.345-352, 2007.

ROUSSEAU, G.X.; RIOUX, S.; DOSTALER, D. Multivariate effects of plant canopy, soil physico-chemistry and microbiology on *Sclerotinia* stem rot of soybean in relation to crop rotation and urban compost amendment. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, p.3343-3358, 2006b.

SAITO, I. Studies on the maturation and germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, a causal fungus of bean stem rot. **Report of Hokkaido Prefectural Agricultural Experiment Stations**, v. 26, p.1-106, 1977.

SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R. Factors affecting sclerotium populations of, and apothecium production by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 68, p. 383-388, 1978.

SINGH, S.P.; GEPTS, P.; DEBOUCK, D.G. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Economic Botany**, v. 45, p.379-396, 1991.

SINGH, U.P.; SINGH, R.B. The effect of soil texture, soil mixture, soil moisture and depth of soil on carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenzucht**, v. 90, p.662-669, 1983.

SUN, P.; YANG, X.B. Light, temperature and moisture effects on apothecium production of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v. 84, p. 1287-1293, 2000.

SUSSEL, A. A. B.; ZACARONI, A. B. **Clima favorece a ocorrência de doenças fúngicas em soja**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2012. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/371/>>. Acesso em: 08 jul. 2013.

TOWNSEND, B.B.; WILLETTS, H.J. The development of sclerotia in certain fungi. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 37, p.213-221, 1954.

TRATCH, R.; BETTIOL, W. Efeito de biofertilizantes sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos de alguns fungos fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 11, p.1131-1139, 1997.

TRAU, C.R.; HARTMAN, G.L. *Sclerotinia* stem rot. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**, St. Paul: APS Press, 1999. p.46-8.

TU, J.C. An integrated control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) of beans, with emphasis on recent advances in biological control. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 38, p.73-76, 1997.

VENETTE, J. *Sclerotinia* spore formation, transport, and infection. In: SCLEROTINIA WORKSHOP. **Proceedings...** 1998. Disponível em: <<http://www.ndsu.nodak.edu/plantpath/sclero>> Acesso em: 23 abr. 2013.

VIANA, F.M.P.; SANTOS, A.A.; CARDOSO, J.E.; FREIRE, F.C.O.; LOPES, C.A. Surto da mancha-aquosa em frutos de melão nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte. **Recomendações preliminares de controle**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000, 4 p. (Comunicado Técnico, 50).

WEGULO, S.N.; YANK, X.B.; MARTINSON, C.A. Soybean cultivar responses to *Sclerotinia sclerotiorum* in field and controlled environment studies. **Plant Disease**, v. 82, p.1264-1270, 1998.